COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 FÉVRIER 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur M. J. Agardh; par M. Bornet.

« La Section de Botanique, instruite trop tard de la mort de son éminent Correspondant M. J. Agardh, demande à l'Académie la permission d'ajouter aujourd'hui quelques mots à l'annonce que M. le Secrétaire perpétuel a faite lundi dernier.

» Dans la même semaine, la Section de Botanique a perdu son doyen, M. Chatin, et l'un de ses Correspondants, M. Jacob-Georg Agardh. Nés l'un et l'autre à la fin de l'année 1813, ils se sont éteints doucement, à quatre jours d'intervalle, après avoir dépassé l'âge de quatre-vingt-sept ans. Tous deux ont conservé, presque jusqu'au dernier jour, leur puissance de travail. Il y a moins de deux années, en 1899, M. J. Agardh publiait le cinquième Supplément à ses *Analecta algologica,* qui forme un fascicule de 160 pages in-4°.

» Fils de Karl-Adolf Agardh, qui fut un des promoteurs de l'étude des Algues pendant le premier tiers du siècle dernier, M. J.-G. Agardh suivit la tradition paternelle. Il fut, comme son père, professeur à l'Université de Lund et, pendant soixante-cinq ans, n'a cessé de consacrer aux Algues la plus grande part de son activité scientifique.

» Ses livres sont la base solide de la connaissance que nous possédons sur la structure, la description et la classification des Algues marines. Les Floridées surtout ont été l'objet de sa prédilection. Il en a décrit un nombre considérable d'espèces nouvelles et les a rangées méthodiquement d'après les caractères fournis par la disposition des spores dans le fruit complètement développé. Cette classification fut suivie par tous les algologues jusqu'à l'époque récente où Fr. Schmitz prit pour point de départ d'une nouvelle distribution la structure et le développement de l'appareil femelle. Mais telle était la justesse avec laquelle M. J. Agardh appréciait les affinités réelles des plantes, malgré des apparences décevantes et le manque fréquent de matériaux complets, que presque tous les groupes établis dans le *Species, Genera et Ordines Algarum* et dans l'*Epicrisis* ont passé dans la nouvelle classification sans que leurs limites aient été beaucoup modifiées. L'ordre seul en a été changé.

» En raison de la connaissance si étendue qu'il avait des Algues, M. J. Agardh jouissait d'une autorité sans rivale. C'était à lui que les botanistes recouraient en dernier ressort lorsqu'il s'agissait de déterminations incertaines. Aussi les plantes affluaient-elles chez lui de toutes les parties du monde. Ses collections, qui, avec celles de son père, représentent les apports d'un siècle tout entier, sont les plus riches qui existent. Ce sont aussi les plus précieuses, puisqu'elles renferment les types originaux des nombreuses espèces décrites par les deux Agardh. Nous en avons apprécié l'importance lorsque M. Flahault, M. Gomont et moi avons entrepris de mettre en ordre le chaos des Algues du groupe des Nostocacées filamenteuses. M. J. Agardh mit spontanément à notre disposition une longue série d'échantillons authentiques qui nous ont été extrêmement utiles et que nous n'aurions pu trouver ailleurs. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les origines de la combinaison chimique : États allotropiques de l'argent;* par M. **Berthelot**.

« L'allotropie, c'est-à-dire l'isomérie des corps simples, offre un intérêt particulier en Chimie, car elle joue un rôle essentiel dans une multitude

de circonstances, en raison des relations qu'elle présente avec les phénomènes de combinaison et de décomposition : soit pour les déterminer, soit pour en régler les limites. J'ai déjà eu occasion d'examiner à ce point de vue les états multiples du carbone, du soufre, du sélénium, du tellure, du platine, de l'arsenic, de mesurer la chaleur de transformation d'un état en un autre, pour un même élément, et de montrer comment cette quantité de chaleur intervient, notamment pour changer une combinaison endothermique en une combinaison exothermique, ou bien, plus simplement, pour faire varier la grandeur de la chaleur de la combinaison sans en modifier le signe; toutes conditions fondamentales dans l'étude des combinaisons directes, des substitutions, des doubles décompositions, de l'électrolyse et des équilibres chimiques.

» Mes dernières recherches sur les débuts de la combinaison entre l'argent et l'oxygène (¹) m'ont conduit à soumettre à une investigation spéciale les états allotropiques de l'argent.

I. — Méthode employée.

» La méthode que j'ai employée consiste à mesurer la chaleur mise en jeu lorsque l'on dissout le métal, pris sous ses différents états, dans un poids toujours identique de mercure, employé comme liquide calorimétrique, à la température ordinaire : la différence entre les quantités de chaleur ainsi observées est égale à la chaleur de transformation des états expérimentés. Cette méthode est simple et rapide, et elle aboutit immédiatement à un état final identique des systèmes que l'on veut comparer.

» Observons que, d'après les faits connus, il serait extrêmement difficile de réaliser directement, entre l'argent et les éléments simples, tels que l'oxygène, le soufre, le chlore, etc., des combinaisons définies, accomplies à froid, dans des conditions calorimétriques rigoureuses.

» Tout au plus pourrait-on réussir à obtenir, dans de telles conditions, certains composés complexes de l'argent : par exemple, en dissolvant ce métal dans l'acide azotique, ou bien dans le bromure de potassium bromuré, ou bien en le changeant en un iodure, que l'on dissoudrait ensuite dans le cyanure de potassium, tous artifices employés dans des cas analogues; sauf à déterminer séparément les données auxiliaires, nécessaires pour établir des cycles convenables de métamorphoses. La chaleur de

---

(¹) Ce Recueil, t. CXXXI, p. 1159; 24 décembre 1900.

transformation allotropique du corps étudié n'intervient alors que comme une inconnue, calculable à l'aide de données multiples et dont la grandeur est beaucoup plus considérable.

» La méthode que j'emploie est plus sûre. C'est d'ailleurs une méthode applicable non seulement à l'argent, mais aux nombreux métaux susceptibles de se dissoudre dans le mercure, tels que l'or, le cuivre, le plomb, l'étain, le bismuth, le zinc, etc., et à l'étude de leurs états allotropiques. La même méthode convient aussi pour l'étude des alliages de ces différents métaux et pour la mesure de la chaleur dégagée dans leur formation.

» Les seules conditions essentielles sont d'employer un métal (ou un alliage) suffisamment divisé pour pouvoir être dissous rapidement au sein du mercure, et d'opérer sur des poids de mercure convenables, afin de réaliser l'identité des états initial et final des systèmes ; il convient surtout de placer dans le calorimètre un poids de mercure assez grand pour que la dissolution du métal solide soit prompte et complète. Le mercure est contenu dans un calorimètre de verre : on l'agite vivement en tous sens, en employant le thermomètre même comme agitateur.

II. — États allotropiques de l'argent.

» Les états de l'argent sur lesquels ont porté mes expériences sont les suivants :

» 1° Argent battu, en feuilles minces;

» 2° Argent produit par la transformation du métal précédent, maintenu dans un courant d'oxygène, pendant vingt heures, vers 500° à 550°;

» 3° Argent cristallisé, en aiguilles, préparé par l'électrolyse lente de l'azotate d'argent dissous dans 10 parties d'eau;

» 4° Argent précipité par une lame de cuivre, au moyen de l'azotate d'argent en dissolution étendue; puis lavé et séché, d'une part à la température ordinaire, d'autre part à 120°;

» 5° Argent précédent, chauffé vers le rouge sombre.

» Voici les conditions des mesures calorimétriques : Le poids du mercure employé comme dissolvant dans tous les essais a varié seulement entre $1^{kg},3125$ et $1^{kg},3135$: il occupait un volume un peu inférieur à 100^{cc}. Ce métal était pur.

» La température initiale a été comprise entre 9° et 14°; ses variations, par l'effet de la réaction, ont atteint 0°,75. Les expériences ont duré de dix à quinze minutes au plus. Chaque mesure a été répétée au

moins deux fois, chaque fois sur 2^{gr} d'argent. Dans tous les cas j'ai observé un dégagement de chaleur.

» En somme, l'état final est identique dans toutes les expériences.

» 1° Argent battu, en feuilles minces. Pureté vérifiée. Pour Ag = 108^{gr}, j'ai trouvé : $+ 2^{Cal},03$.

» 2° Argent produit par la transformation et désagrégation du précédent dans l'oxygène vers 550°. On en a séparé minutieusement à la pince les fragments de feuilles non altérées. La transformation était d'ailleurs presque complète. Pour Ag = 108^{gr} : $+ 0^{Cal},47$.

» 3° Argent cristallisé en belles aiguilles brillantes, et séparé par électrolyse. Pour Ag = 108^{gr} : $+ 0^{Cal},10$.

» 4° Argent précipité de l'azotate par une lame de cuivre, lavé, séché à la température ordinaire, dans le vide, sur l'acide sulfurique. Pour Ag = 108^{gr} : $+ 1^{Cal},19$.

» 4° *bis*. Métal d'une autre préparation, lavé, séché à une température plus élevée, à 120°. Pour Ag = 108^{gr} : $+ 0^{Cal},76$.

» Cet argent présente une teinte grisâtre. Lorsqu'on le chauffe au rouge sombre, il devient blanc et brillant, en ne perdant d'ailleurs que des traces de matière. En effet, $1^{gr},3222$ précipité gris, séché à froid dans le vide avant la pesée, puis chauffé au rouge sombre, ont perdu seulement un milligramme.

» De même, $2^{gr},3185$ d'argent précipité gris, desséché à 120°, avant la pesée, puis chauffé, ont fourni $2^{gr},3181$ d'argent pur, brillant, exempt de toute trace d'un autre métal. Ces résultats prouvent la pureté à peu près absolue de l'argent précipité [1].

» 5° Argent transformé durant l'opération précédente. Pour Ag = 108^{gr} j'ai trouvé : $+0^{Cal},08$.

» Tels sont les faits observés. Ils établissent d'abord l'existence de plusieurs états allotropiques de l'argent, quatre au moins. Les états n° 3 et 5 (argent cristallisé, argent précipité par le cuivre puis chauffé au rouge sombre) paraissent identiques; ou, plus exactement, ils sont transformables l'un dans l'autre sans effet thermique bien appréciable.

» Trois des états examinés, les n°s 1, 2, 5 (argent ordinaire obtenu par fusion, argent désagrégé dans l'oxygène, argent précipité par le cuivre,

---

(1) La perte très légère que produit la chaleur rouge paraît attribuable à une trace d'oxygène, dont la présence ternit l'éclat de la surfaee du métal.

puis chauffé), représentent des états stables à la température du rouge sombre. Cependant ils ne sont pas identiques. En effet :

» (I) L'argent fondu et solidifié, c'est-à-dire l'argent ordinaire, battu, d'apparence amorphe, n'est identique ni à l'argent cristallisé, ni à l'argent sortant de ses combinaisons.

» (II) L'état de ce dernier varie suivant le procédé employé pour le mettre en liberté.

» Entre l'argent cristallisé séparable par électrolyse lente ($+0^{Cal},10$), l'argent précipité à froid par le cuivre ($+1^{Cal},11$), l'argent séparé par dissociation lente de sa combinaison oxygénée vers 550° ($+0^{Cal},47$), il existe des différences notables d'état moléculaire. Ces différences sont plus considérables encore pour l'argent usuel, battu, de structure amorphe ($+2^{Cal},03$).

» L'écart entre les deux échantillons d'argent précipité par le cuivre, selon que cet argent a été séché à froid ($+1^{Cal},11$), ou à 120° ($+0^{Cal},76$), semble accuser un commencement de transformation de ce métal à 120°; sans doute la même qui devient complète à 550°.

» La différence la plus grande est celle qui distingue l'état amorphe et l'état cristallisé de l'argent : ce qui est conforme à mes expériences ([1]) sur la formation des précipités qui passent d'un état à l'autre. Cette différence traduit le travail accompli sur l'état amorphe, par exemple sur le carbone amorphe comparé au graphite et au diamant, etc., travail réalisé dans l'arrangement intérieur des particules d'un corps qui cristallise.

» Au point de vue purement chimique, je relèverai l'inégalité d'énergie qui se manifeste ici entre les différents états d'un même corps, simple ou composé, au moment où il sort de différentes combinaisons, diversité que j'ai mise en évidence et mesurée pour le soufre, le sélénium, le tellure; pour le carbone (carbone amorphe dérivé des combinaisons hydrogénées, et graphite dérivé des combinaisons avec le soufre, les éléments halogènes, etc.); pour l'oxygène (mesure de l'énergie spéciale de l'ozone); pour les oxydes métalliques précipités et pour l'iodure d'argent, depuis les premiers instants de leur séparation par double décomposition, etc.

» Ainsi un élément, ou un corps composé, qui est entré en combinaison sous un certain état, en sort fréquemment sous un état différent et doué d'une énergie spéciale.

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 53; t. II, p. 183, 185.

» De telles inégalités d'énergie étant ainsi établies par l'expérience, même pour les métaux, il est clair que l'on ne saurait appliquer avec certitude et d'une façon immédiate aux métaux ordinaires, ni plus généralement aux éléments, dans la discussion de leurs réactions, les valeurs thermochimiques obtenues en partant d'états différents : par exemple en partant de leur état actuel et commun, lorsque la détermination a lieu par voie de synthèse; ou bien en aboutissant à l'état que les métaux affectent au moment où ils sortent de combinaisons, lorsque cette détermination a lieu par analyse.

» Certains de ces effets ont été expliqués par les mots confus et mal définis « *état naissant* », lesquels ont été appliqués à la fois à des phénomènes relatifs à un élément réel, mais de signification diverse, quoique confondus sous une même désignation; et à des phénomènes tout différents, dans lesquels intervient non plus l'élément prétendu naissant, mais en réalité l'*énergie des éléments étrangers et des réactions concomitantes :* par exemple dans les réductions attribuées à ce que l'on a appelé l'*hydrogène naissant,* tandis qu'elles sont opérées en vertu de l'énergie propre des métaux et autres corps oxydables mis en expérience. Mais ce n'est pas ici le lieu de nous étendre sur cette question.

» Pour le cas de l'argent, que j'étudie en ce moment, la différence thermochimique des états de cet élément, concourant à une même réaction, peut s'élever pour un atome d'argent à 2^{Cal}, comme il vient d'être dit, ce qui fait pour la formation de l'oxyde avec deux atomes d'argent

$$Ag^2 + O = Ag^2O \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ un écart de } \quad +\ 4^{Cal}$$

et pour le sous-oxyde

$$Ag^4 + O = Ag^4O \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ un écart de } \quad +\ 8^{Cal}$$

» Observons dès lors que les états de l'argent que j'ai étudiés, sauf un, ne répondent pas au chiffre $+\ 7^{Cal},0$ pour la chaleur de formation de l'oxyde Ag^2O, chiffre qui figure dans les Traités de Thermochimie.

» En effet, ce dernier chiffre serait inexact pour l'état actuel de l'argent ordinaire, attendu qu'il a été obtenu en précipitant l'argent de son azotate par le cuivre métallique. Or, l'argent ordinaire dégageant $+\ 1^{Cal}$ de plus par atome, la formation de l'oxyde Ag^2O avec cet état du métal dégagerait en tout $+9^{Cal}$.

» Au contraire, avec l'argent cristallisé, on aurait en moins 1^{Cal} par

atome, ce qui fait pour Ag^2O : $+5^{Cal}$. C'est cette dernière valeur qui répond à la formation électrolytique de l'argent cristallisé en aiguilles.

» Aucun de ces nombres enfin, pour revenir au point de départ de mes expériences, n'est applicable à l'étude de la dissociation des oxydes d'argent par la chaleur. En premier lieu, le chiffre qui répond à l'argent ainsi mis à nu à 550° par désagrégation, s'il était évalué vers 0°, serait inférieur de $0^{Cal},72$ au chiffre qui répond à l'argent précipité par le cuivre : ce qui réduirait la chaleur de formation de l'oxyde Ag^2O, pour cet argent désagrégé, à $+5^{Cal},5$.

» Mais ce nombre se rapporte à la température ordinaire. Si on voulait le faire intervenir dans un calcul de dissociation, il faudrait le rapporter à la température de cette dernière. Il suffit, pour cela, de calculer la variation de la chaleur de combinaison correspondant à la différence des températures, d'après l'inégalité entre la somme des chaleurs spécifiques des éléments et la chaleur spécifique du composé. Cette dernière n'a pas été mesurée ; mais, d'après les relations connues [1], elle peut être évaluée à une valeur qui surpasse de $4 - 3,4 = 0,6$ unité celle des éléments. Pour un intervalle de 200°, qui répond aux débuts de la dissociation, cela fait $0^{Cal},12$ à retrancher de la chaleur de combinaison calculée vers zéro.

Pour un intervalle de 550°, on aura.............. $-0^{Cal},33$
Ce qui réduira Ag^2O à.......................... $+5^{Cal},2$

» Ajoutons encore que, dans les calculs de dissociation progressive, il conviendrait de faire intervenir, non pas un seul oxyde, tel que Ag^2O ou Ag^4O, mais les différents oxydes susceptibles de se succéder et de coexister pendant les périodes successives de la dissociation.

» Toutes ces remarques sont essentielles pour les études de Mécanique chimique.

» Ce n'est pas tout : les observations précédentes portent sur des valeurs relatives ; mais le chiffre absolu, tel que $7^{Cal},0$, même pour l'état spécial auquel il correspond, aurait besoin d'être revisé. En effet, il a été déterminé en précipitant l'argent de son azotate par le cuivre ordinaire, c'est-à-dire d'après la chaleur de formation de l'azotate de cuivre. Or cette dernière a été mesurée elle-même en précipitant le cuivre de ses sels par le fer métallique. L'état du cuivre ainsi précipité est-il identique avec celui du

---

(1) *Thermochimie : Données et lois numériques*, t. I, p. 126 et 135.

cuivre ordinaire? C'est ce qui est douteux et qu'il conviendrait de vérifier par une discussion et des expériences rigoureuses, semblables à celles que je viens d'établir pour les états multiples de l'argent.

» Cela fait, le même problème se poserait encore pour le fer employé à précipiter le cuivre de ses dissociations, dans les mesures calorimétriques.

» Cette fois, à la vérité, on prend l'élément, le fer métallique, comme point de départ; mais on sait que ce métal se distingue particulièrement par la multiplicité de ses états allotropiques; ils varient beaucoup, comme les physiciens l'ont constaté par l'étude de ses chaleurs spécifiques, à différentes températures. Or ces variations d'état subsistent jusqu'à une certain point dans le métal ramené à la température ordinaire : elles jouent un rôle important dans les applications industrielles du fer. Jusqu'à quel point se retrouveront-elles dans les déterminations thermochimiques de la chaleur d'oxydation et des autres combinaisons du fer?

» On voit quel intérêt présentent les états allotropiques des métaux et les modifications qu'ils éprouvent, toutes les fois qu'ils sortent de combinaisons, ou qu'ils y entrent, et l'on conçoit par là même combien il est essentiel de fixer rigoureusement leur état initial et leur état final, dans l'étude des réactions auxquelles ils concourent, aussi bien que dans l'étude des forces électromotrices dites de polarisation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Études sur les combinaisons de l'argent avec le mercure;* par M. BERTHELOT.

« L'étude des états allotropiques de l'argent m'a conduit à examiner la chaleur de formation de divers amalgames de ce métal, les uns cristallisés, obtenus en précipitant l'argent de son azotate au moyen du mercure, les autres préparés en triturant les deux métaux ensemble dans un mortier. L'amalgame une fois préparé, on le dissout à froid, au sein d'un calorimètre, dans une grande quantité de mercure, employé lui-même comme liquide calorimétrique; soit, pour 2^{gr} d'argent renfermés dans l'amalgame, 1313^{gr} de mercure dans le calorimètre.

» Des phénomènes divers se manifestent alors. Tantôt l'amalgame se dissout simplement avec absorption de chaleur; tantôt il se dissout avec dégagement de chaleur; tantôt enfin, après une dissolution préalable, il se sépare sur quelques points sous forme de grumeaux cristallins, résultant d'une combinaison localisée, dont la redissolution dans l'ensemble est

lente et difficile et exige une agitation et un broyage continués pendant un certain temps. Ces derniers phénomènes se produisent particulièrement lorsqu'on dissout dans la masse du mercure les variétés d'argent dont la dissolution a lieu avec un très petit dégagement de chaleur, c'est-à-dire en vertu d'une faible affinité. Dans tous les cas, il faut avoir soin de rendre la dissolution bien homogène; ce qui est difficile, en raison de son état pâteux, et de cet incident que l'amalgame vient flotter à la surface, d'où résultent beaucoup d'efforts nécessaires pour disséminer uniformément l'argent dans toutes les couches.

» Voici les résultats observés :

» I. HgAg (par trituration de l'argent en feuilles minces avec le mercure, sous des poids connus). — On a opéré chaque fois sur un amalgame formé de 2^{gr} d'argent et $3^{gr},852$ de mercure et préparé depuis deux ou trois jours.

	Résultat total pour $Ag = 108^{gr}$.
Premier effet, transitoire : absorption de chaleur.... } Deuxième effet : Dégagement de chaleur .... }	$+ 0^{Cal},33$

» II. Hg^2Ag (par trituration). — On a opéré chaque fois sur un amalgame formé de 2^{gr} d'argent et $7^{gr},408$ de mercure.

» L'amalgame se dissout, en donnant lieu uniquement à un abaissement de température,

Chaleur absorbée pour $Ag = 108^{gr}$.......... $-0^{Cal},50$

» III. Amalgame cristallisé (arbre de Diane), en grandes aiguilles, renfermant sur 100 parties, d'après analyse :

$$Ag = 31,9$$
$$Hg = 68,1$$

Ce sont les rapports bruts Hg^7Ag^6.

» On a trouvé, en opérant avec $1^{kg},313$ de mercure et $8^{gr},27$ d'amalgame (2^{gr} Ag combinés à $6^{gr},27$ de mercure) et en rapportant les résultats à 108^{gr} d'argent, une absorption de chaleur égale à $-0,58$.

» En ajoutant dans la dissolution même un poids d'amalgame égal au premier, le thermomètre a remonté, avec dégagement de $+0^{Cal},30$ (rapporté à 108^{gr} de l'argent contenu dans l'amalgame additionnel). La résultante, applicable à la totalité de l'argent dissous, serait $+0^{Cal},14$ pour 108^{gr} d'argent réellement combiné.

» Pour déduire de ces nombres la chaleur dégagée par la combinaison du mercure et de l'argent, il convient de rapporter cette combinaison à un état défini de l'argent. Avec l'argent ordinaire en feuilles, on aura :

		Avec l'argent cristallisé.
$Hg + Ag$	$+2^{Cal},36$	$+0,23$
$Hg^2 + Ag$	$+1,53$	$-0,40$
$Hg^{1\frac{1}{6}} + Ag$	$+2,17$	$+0,24$

» La chaleur dégagée croît avec la proportion d'argent (¹) :

$Hg^2 + Ag$ dégage	$+1,53$
$Hg^2 + Ag^2$ »	$+4,72$

» Si l'on rapporte les combinaisons à un même état pour tous les corps réagissants, ce qui revient à envisager le mercure comme solide, il convient de retrancher de ces chiffres la chaleur de fusion du mercure (rapportée à la température de $+10^o$), c'est-à-dire de retrancher $0^{Cal},55$ par atome de mercure. Tous les chiffres demeurent positifs pour l'argent ordinaire; tandis qu'ils deviennent tous négatifs pour l'argent cristallisé (²).

» L'argent cristallisé n'aurait donc pour ainsi dire pas d'affinité chimique pour le mercure.

» En somme, l'affinité chimique de l'argent pour le mercure est peu considérable dans tous les cas; ainsi qu'on pouvait le prévoir d'ailleurs d'après ce fait, constaté par Joule (³) : que l'on obtient toute une série d'amalgames cristallisés, en faisant varier les proportions relatives des deux métaux, pour 1 seul atome de mercure, depuis 1 atome d'argent jusqu'à 50 atomes de ce dernier métal. Les cristaux de ces amalgames semblent se former ici, comme il arrive pour un mélange de sels isomorphes, qui cristallisent ensemble en toutes proportions. »

(¹) Pour l'amalgame cristallisé cité plus haut :

$Hg^7 + Ag^6$ dégage .... $+13^{Cal},02$

(²) J'ai déjà signalé une opposition du même genre pour certains sels doubles dérivés de l'iodure d'argent, suivant qu'on les rapporte à l'état initial de cet iodure précipité, ou à son état final cristallisé. (*Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXIX, p. 243, 246 et 276; 1883.)

(³) *Chem. Soc. Journal,* 2ᵉ série, t. I, p. 378; 1863.

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité isentropique d'un fluide.* Note de M. **P. Duhem.**

« Supposons qu'un fluide soit soumis, en tout point de sa surface libre, à une pression uniforme et constante P; soient $\zeta(\rho, T)\, dm$ le potentiel interne de la masse élémentaire dm, V_e la fonction potentielle des forces extérieures, V_i la fonction potentielle des forces intérieures; ces fonctions potentielles sont de la forme générale supposée en notre Mémoire sur le *potentiel thermodynamique et la pression hydrostatique* ([1]).

» Si le fluide est sans viscosité, on a, dans le temps dt,

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} & d\int\left[\frac{P}{\rho} + V_e + \frac{1}{2}V_i + \zeta(\rho, T)\right] dm - dt\int \frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T}\frac{dT}{dt}\, dm \\ & \quad + \frac{1}{2}d\int(u^2 + v^2 + w^2)\, dm) = 0. \end{aligned}\right.$$

Si les mouvements du fluide sont assujettis à être *isothermiques*, $\frac{dT}{dt} = 0$ et l'égalité (1) devient

$$(2)\qquad \frac{d}{dt}\Phi_T + \frac{1}{2}\frac{d}{dt}\int(u^2 + v^2 + w^2)\, dm = 0,$$

$$(3)\qquad \Phi_T = \int\left[\frac{P}{\rho} + V_e + \frac{1}{2}V_i + \zeta(\rho, T)\right] dm.$$

Le raisonnement de Lejeune-Dirichlet montre que le système est alors en équilibre stable si Φ_T est minimum pour toutes les variations isothermiques. Si l'on désigne par δ_T une variation isothermique, les conditions qui assurent l'existence d'un tel état d'équilibre sont

$$(4)\qquad \delta_T\Phi_T = 0, \qquad \delta_T^2\Phi_T > 0.$$

Elles ne supposent pas que tous les éléments du fluide soient à la même température.

» Si les mouvements du fluide sont assujettis à être *adiabatiques*, partant *isentropiques*, et si l'on désigne par $S(\rho_0, T_0)\, dm$ l'entropie initiale de

---

([1]) *Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. X, p. 183; 1893.

l'élément dm, on a sans cesse

$$\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T} = -\,ES(\rho_0, T_0). \tag{5}$$

L'égalité (1) devient

$$\frac{d}{dt}\Phi_Q + \frac{1}{2}\frac{d}{dt}\int(u^2 + v^2 + w^2)\,dm = 0, \tag{6}$$

$$\Phi_Q = \int\left[\frac{P}{\rho} + V_e + V_i + \zeta(\rho, T) + ETS(\rho_0, T_0)\right] dm. \tag{7}$$

» Le raisonnement de Lejeune-Dirichlet montre que le système est en état d'équilibre stable si Φ_Q est minimum pour les déplacements isentropiques. Si l'on désigne par δ_Q une variation assujettie à l'égalité (5), les conditions de l'équilibre isentropique stable sont

$$\delta_Q\Phi_Q = 0, \qquad \delta_Q^2\Phi_Q > 0. \tag{8}$$

» La comparaison des égalités (3) et (7) donne

$$\delta_Q\Phi_Q = \delta_T\Phi_T + \int\left[\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T} + ES(\rho_0, T_0)\right]\delta T\,dm,$$

ou, selon l'égalité (5),

$$\delta_Q\Phi_Q = \delta_T\Phi_T. \tag{9}$$

» Cette égalité nous donne ensuite

$$\delta_Q^2\Phi_Q = \delta_Q\delta_T\Phi_T = \delta_T\delta_Q\Phi_T.$$

» D'ailleurs, selon l'égalité (3),

$$\delta_Q\Phi_T = \delta_T\Phi_T + \int\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T}\delta T\,dm.$$

» Ces deux égalités donnent

$$\delta_Q^2\Phi_Q = \delta_T^2\Phi_T + \int\frac{\partial^2\zeta(\rho, T)}{\partial\rho\,\partial T}\delta T\,\delta\rho\,dm.$$

» Mais, selon l'égalité (5),

$$\frac{\partial^2\zeta(\rho, T)}{\partial\rho\,\partial T}\delta\rho + \frac{\partial^2\zeta(\rho, T)}{\partial T^2}\delta T = 0.$$

et

$$\frac{\partial^2 \zeta(\rho, T)}{\partial T^2} = - \frac{E c(\rho, T)}{T},$$

$c(\rho, T)$ étant la chaleur spécifique à densité constante.

» On a donc :

$$(10) \qquad \delta_Q^2 \Phi_Q = \delta_T^2 \Phi_T + \int \frac{T\left[\frac{\partial^2 \zeta(\rho, T)}{\partial T^2}\right]^2}{E c(\rho, T)} (\delta\rho)^2 \, dm.$$

» Selon une hypothèse fondamentale de la Thermodynamique (*Postulat de Helmholtz*) on a toujours l'inégalité

$$c(\rho, T) > 0.$$

» L'égalité (10) donne alors l'inégalité

$$(11) \qquad \delta_Q^2 \Phi_Q > \delta_T^2 \Phi_T.$$

» Selon l'égalité (9) et l'inégalité (11), les conditions (4) entraînent les conditions (8). *Si l'on admet le postulat de Helmholtz, tout état d'équilibre stable d'un système assujetti à n'éprouver que des modifications isothermiques demeure état d'équilibre stable si l'on assujettit le système à n'éprouver que des modifications isentropiques.*

» Nous avions déjà démontré ([1]) ce théorème pour un système dépendant d'un nombre limité de paramètres et ayant en tout point la même température. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Appareil très simple pour l'application de la méthode photothérapique de Finsen.* Note de MM. **Lortet** et **Genoud**.

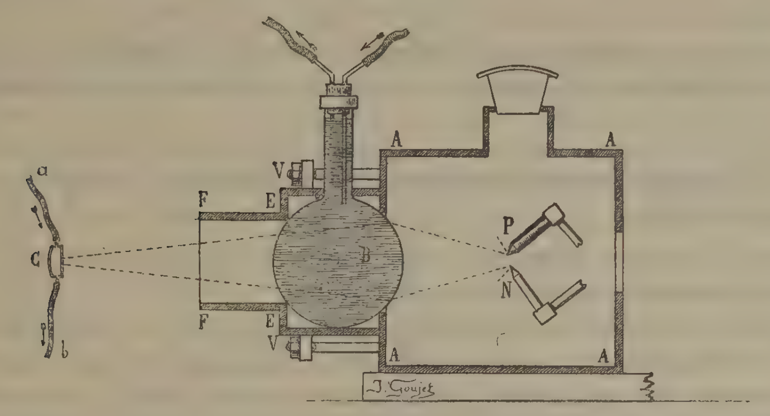
« Quand on se sert de l'arc électrique comme source lumineuse, le dispositif employé pour l'application de la méthode de Finsen est assez compliqué et nécessite une véritable installation qui, excellente assurément quand il s'agit d'un institut photothérapique spécialisé, est loin d'être à la portée de tout le monde.

» L'appareil dont nous proposons l'emploi est des plus simples. Avec quelques modifications de détail pour l'adapter à cet usage nouveau, c'est

---

([1]) *Traité élémentaire de Mécanique chimique,* t. I, p. 165.

le condensateur à ballon du cinématographe Auguste et Louis Lumière. Le schéma ci-joint en fera saisir le principe et le fonctionnement pour le cas qui nous intéresse.



» Dans une lanterne AAAA, un arc électrique à courant continu est disposé de manière à projeter en entier son faisceau lumineux sur un ballon B rempli d'eau et maintenu par la boîte métallique EEFF contre la lanterne, au moyen des boulons VV.

» Dans ce système, les rayons divergents de l'arc électrique deviennent convergents dans leur passage à travers le ballon. Leur point maximum de concentration peut être obtenu plus ou moins loin de l'extrémité FF, suivant que l'on éloigne ou rapproche plus ou moins du ballon la source lumineuse elle-même.

» L'eau contenue dans le ballon ayant la propriété d'absorber la plupart des radiations calorifiques, nous avons au point C un faisceau lumineux contenant à leur maximum de concentration les seules radiations chimiques et visibles, les quelques radiations calorifiques qui n'ont pas été absorbées ayant leur effet neutralisé par le compresseur C, que l'on applique sur la région à exposer à l'action photochimique, compresseur dans lequel circule constamment un courant d'eau froide.

» Le système figuré sur le schéma permet à l'eau contenue dans le ballon B de se renouveler et d'éviter ainsi l'échauffement.

» L'appareil est de dimensions très restreintes et peut être monté n'importe où. L'arc électrique employé consomme à peine 10 à 12 ampères, alors que, dans le dispositif Finsen, il faut un arc de 70 à 80 ampères.

» Des expériences photométriques nombreuses, et surtout l'étude expérimentale sur les malades, nous ont montré que nous disposons ainsi d'une intensité photochimique égale à celle obtenue par l'emploi des condensateurs de Finsen.

» Actuellement, dans notre laboratoire où nous poursuivons nos études cliniques, nous nous servons, avec le plus grand succès, de l'appareil que nous venons de décrire. »

CORRESPONDANCE.

La **Société mathématique de Kharkov** adresse à l'Académie l'expression de sa profonde condoléance à l'occasion de la mort de M. *Hermite*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *L.-E. Bertin*, intitulée : « Les marines de guerre à l'Exposition universelle de 1900 ».

2° Le recueil des travaux offerts par les auteurs à M. A. Lorentz, professeur de Physique à l'Université de Leiden à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de son doctorat (*Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, 2e série, t. V).

GÉOMÉTRIE. — *Remarque au sujet d'une Note de* M. S. Kantor. Note de M. **F. Enriques**, présentée par M. Picard.

« Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* du 21 janvier 1901, M. S. Kantor vient de donner une généralisation du théorème de M. Picard, concernant les surfaces algébriques dont les sections planes sont des courbes unicursales. Qu'il me soit permis de remarquer que la généralisation s'effectue d'une manière beaucoup plus simple, ainsi que je l'ai montré dans une Note insérée dans les *Rendiconti dell' Accademia dei Lincei*, 3 décembre 1893 (voir aussi *Mathematische Annalen*, Bd XLVI, p. 190). A la vérité, je me suis borné aux variétés M_3 à trois dimensions; mais on passe de la même manière aux M_{r-1} à $r-1$ dimensions ($r>4$). Il n'est pas douteux d'ailleurs que M. Kantor n'a pas eu connaissance de mon travail, dont le titre ne se rapporte pas au résultat que je viens de citer.

» Quant aux reproches que M. Kantor adresse à quelques passages de mon article des *Mathematische Annalen* (Bd XLIX), je demande la permission de déclarer qu'ils ont leur origine dans un malentendu. J'ai cité au n° 15 (p. 20) la congruence de coniques de M. Montesano, pour montrer qu'il n'est pas toujours possible de transformer une variété M_{r-1}, contenant une série d'indice 1 de courbes unicursales, en un cône dont les droites corres-

pondent à ces courbes. M. Kantor fait également la même remarque dans sa Note publiée par les *Comptes rendus* du 12 novembre 1900. D'ailleurs il a aperçu le passage cité de mon article, auquel il fait allusion dans la Note du 21 janvier. Mais je n'ai malheureusement pas été compris par lui; en effet, il croit que j'ai affirmé le contraire de ce que j'ai dit, et il m'attribue un lemme qui ne se trouve ni à la page 17, ni ailleurs dans mon Mémoire; au surplus il eût été singulier que j'eusse cherché chez M. Montesano un exemple, pour en tirer des conséquences tout à fait contradictoires.

» Le malentendu ne peut donner heureusement naissance à aucun doute, quant au fond de la question, puisque les remarques que M. Kantor développe à la fin de sa Note sont parfaitement justes. Les mêmes remarques et l'exemple cité m'avaient amené à la même conclusion (p. 19 et 20). »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les réseaux qui, par la methode de Laplace, se transforment des deux côtés en réseaux orthogonaux*. Note de M. C. **Guichard.**

« Soit une équation de M. Moutard :

$$\frac{d^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \mathrm{M}\theta, \tag{1}$$

qui admet cinq solutions $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4, \xi_5$ satisfaisant aux conditions

$$\sum_1^\rho \xi_i^2 = 1, \tag{2}$$

$$\sum_1^\rho \left(\frac{d\xi_i}{\partial u}\right)^2 = 0, \quad \sum_1^\rho \left(\frac{d\xi_i}{\partial v}\right)^2 = 0. \tag{3}$$

» Considérons, dans l'espace à cinq dimensions, la congruence (M) décrite par une droite M ayant pour cosinus directeurs $\xi_1, \ldots, \xi_5$; soient (S) et (T) les congruences transformées de (M) par la méthode de Laplace. Les cosinus directeurs de la droite (S) sont les quantités $\frac{d\xi_i}{\partial u}$; ceux de la droite (T), les quantités $\frac{d\xi_i}{\partial v}$. Il résulte des relations (3) que ces congruences (S) et (T) sont des congruences I.

» Interprétons maintenant ces résultats dans l'espace à trois dimensions. A la congruence (M) correspond une congruence de sphères (M); chaque droite M correspond une sphère M ayant pour coordonnées ξ_1, ξ_2, ξ_3, ξ_4, ξ_5; le centre m de cette sphère décrit un réseau (m); soient (s) et (f) les réseaux qui en dérivent par la méthode de Laplace. Aux droites S et T de l'espace à cinq dimensions correspondent des sphères S et T ayant pour centres les points s et t. Comme les sphères S et T sont des sphères points, les réseaux (s) et (t) sont des réseaux formés de lignes de courbure.

» La sphère M a un rayon égal à ms ou à mt; ses cercles focaux sont à l'intersection de la sphère M avec ses plans tangents en s et t; ce sont des cercles points.

» On voit que le réseau (m) est un des réseaux cherchés; on démontre facilement que tous les réseaux satisfaisants sont parallèles à des réseaux (m). Il en résulte qu'au point de vue de la direction des éléments, tout revient à trouver cinq fonctions $\xi_1, \ldots, \xi_5$ satisfaisant aux équations (1), (2), (3). Le problème est du quatrième ordre.

» Les sphères (M) forment un système plusieurs fois C; toutes les transformations du cas général sont évidemment applicables ici. Je vais indiquer rapidement les propriétés principales qui se présentent dans ce cas particulier des systèmes plusieurs fois C.

» Il y a une infinité de réseaux O, 3O harmoniques à la congruence (M); les transformés de ces réseaux sont harmoniques aux congruences (S) et (T); ils sont, par conséquent, 2I. Ainsi les systèmes O, 3O du cas général possèdent ici la propriété de se transformer des deux côtés en systèmes 2I. Il y correspond dans l'espace à trois dimensions des réseaux C, 3C qui se transforment des deux côtés en réseaux 2O.

» Les congruences I, SI conjuguées aux réseaux O, 3O, ont pour transformées des congruences conjuguées à des réseaux 2I: ces transformées seront 2O. Il y correspond dans l'espace à trois dimensions des réseaux O, 5O qui se transforment des deux côtés en réseaux 2C.

» On voit tout de suite une solution particulière de notre problème; c'est le cas où ξ_5 est nul. Le problème est du deuxième ordre, il se ramène à la détermination des surfaces à courbure totale constante.

» Dans ce cas, la sphère (M) est normale à une sphère fixe Σ; les points s et t sont situés sur Σ et décrivent des réseaux orthogonaux sur cette sphère. Le pôle m' du plan mst par rapport à Σ décrit un réseau analogue au réseau (m); les tangentes au réseau m' sont $m's$ et $m't$. Les tangentes du ré-

seau (s) sont sm et sm'. Si l'on considère un réseau parallèle à (s), il se transformera, dans les deux sens, après deux transformations de Laplace, en réseaux de lignes de courbure.

» J'ai étudié ce cas particulier, en détail, dans un Mémoire inséré en 1896 dans les *Annales de l'École Normale* (*Sur les surfaces minima non euclidiennes*). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la densité des zéros et le module maximum d'une fonction entière*. Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. Poincaré.

« Soient $G(z)$ un produit de facteurs primaires, $M(r)$ le maximum de son module pour $|z| = r$, r_n le module de son $n^{\text{ième}}$ zéro. Un théorème de M. Hadamard permet de trouver une limite inférieure de r_n, si l'on connaît une limite supérieure de $M(r_n)$. Mais jusqu'ici l'on n'est pas parvenu pour la réciproque à une proposition aussi complète. Si, par exemple, $G(z)$ est de genre fini, M. Borel a montré que l'inégalité $r_n > n^{\frac{1}{\sigma}}$ (σ réel et positif) entraîne $M(r) < e^{r^\sigma}$. Mais n'est-il pas possible d'aller plus loin, si l'on connaît la croissance de r_n avec plus d'exactitude? M. Borel semble en douter (*Leçons sur les fonctions entières*, p. 99). Il signale, en effet, les deux fonctions $\sin\frac{\pi z}{2}$ et $\frac{1}{\Gamma(z)}$ dont les zéros ont mêmes modules et dont les modules maxima sont cependant respectivement proportionnels à e^r et à r^r.

» Je vais montrer que, cependant, il est, en général, facile de compléter les résultats de M. Borel.

» Soit $G(z)$ un produit de genre fini p. Je suppose que pour $n > m$ on a $r_n > \psi(n)$, $\psi(n)$ étant une fonction continue positive et croissante $[\psi(n) \leqq hn^{p+1}]$. Je veux trouver une limite supérieure de $M(r)$.

» Soit $r = \eta\psi(i)$, i étant un entier plus grand que m, et η un nombre fini. Un mode de démonstration déjà employé montre que l'on a

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \log M(r) < ar^p + 2r\int_m^i [\psi(n)]^{-1}\,dn + \frac{r^2}{2}\int_m^i [\psi(n)]^{-2}\,dn + \ldots \\ + \frac{r^p}{p}\int_m^i [\psi(n)]^{-p}\,dn + br^{p+1}\int_{i+1}^\infty [\psi(n)]^{-p-1}\,dn \end{aligned}\right.$$

(a et b finis; on suppose $\psi(m) > 1$ et la dernière intégrale convergente).

Je supposerai que l'on a $\psi(n) = n^{\frac{1}{\rho}}\psi_1(n)$ $(\rho \neq 0)$ et que pour $n > m$ la fonction $\varepsilon \log n - \log\psi_1(n)$ est positive et croissante, si $\varepsilon\lambda < \left|1 - \frac{\lambda}{\rho}\right|$.

» ρ est l'*ordre* de $G(z)$; $\psi_1(n)$ sera par exemple de la forme

$$(\log n)^{\sigma_1}(\log\log n)^{\sigma_2}\ldots.$$

» Cela posé, si $\lambda \neq \rho$, des intégrations par parties successives donneront

$$\int_m^i n^{-\frac{\lambda}{\rho}}[\psi_1(n)]^{-\lambda}\,dn < c_\lambda(1 + \alpha + \alpha^2 + \ldots)$$
$$+ \frac{i^{1-\frac{\lambda}{\rho}}}{1 - \frac{\lambda}{\rho}}[\psi_1(i)]^{-\lambda}(1 + \alpha + \alpha^2 + \ldots) = c + si^{1-\frac{\lambda}{\rho}}[\psi_1(i)]^{-\lambda} = c + s_1\frac{i}{r^\lambda},$$

puisque nous avons posé $r = \eta\psi(i)$ ($\alpha < 1$, c et s constantes).

» Si $\lambda = \rho$, posons $\psi_1(n) = (\log n)^{\frac{1}{\tau}}\psi_2(n)$ et supposons que, pour $n > m$, la fonction $\varepsilon\log\log n - \log\psi_2(n)$ est positive et croissante, lorsque $\varepsilon\lambda > \left|1 - \frac{\lambda}{\tau}\right|$. On constate alors que

$$\int_m^i n^{-1}(\log n)^{-\frac{\lambda}{\tau}}[\psi_2(n)]^{-\lambda}\,dn < c + s(\log i)^{-\frac{\lambda}{\tau}+1}[\psi_2(i)]^{-\lambda} = c + s_1 r^{-\lambda} i \log i.$$

» Lorsque $\lambda = \tau$, on retombe sur un cas exceptionnel que l'on traite de la même manière et ainsi de suite.

» On étudie l'intégrale $\int_{i+1}^{\infty}[\psi(n)]^{-p-1}\,dn$ de la même manière.

» Portons maintenant les limites obtenues dans l'inégalité (1) et supposons d'abord ρ non entier. On trouve, en désignant par $\varphi(r)$ la fonction inverse de $\psi(n)$,

$$(2) \qquad M(r) < \rho^{k\varphi\left(\frac{r}{\eta}\right)},$$

k et n étant des nombres finis.

» Au contraire, si ρ est entier, λ est égal à ρ pour l'une des intégrales de (1), et l'on obtient seulement, en supposant τ différent de $1, 2, \ldots, p+1$,

$$(3) \qquad M(r) < e^{k\varphi\left(\frac{r}{\eta}\right)\log\left[\varphi\left(\frac{r}{\eta}\right)\right] + ar^p}.$$

» Il est aisé de constater que, si ρ est entier, $M(r)$ peut effectivement s'approcher beaucoup de la limite (3) ou, au contraire, rester très voisin de la limite (2). Nous avons vu un exemple de ce fait lorsque $\rho = p$. Soit

maintenant $\rho = p + 1$. On peut évidemment disposer de i et des arguments des zéros de façon que, pour un certain argument de z, le produit des $(i-1)$ premiers facteurs primaires soit supérieur à 1 et chaque facteur restant supérieur à $e^{k\left(\frac{r}{r_n}\right)^{p+1}}$. Supposons alors, par exemple, $p = 0$, $r_n = n(\log n)^2$. On aura

$$r\sum_i^\infty \frac{1}{r_i} > \eta\, i(\log i)^2 \int_i^\infty \frac{dn}{n(\log n)^2} = \eta\, i \log i.$$

Au contraire, on peut s'arranger de façon que chaque facteur primaire à partir du $(i+1)^{\text{ième}}$ soit inférieur à $e^{k\left(\frac{r}{r_n}\right)^{p+2}}$. On remplace alors la dernière intégrale de (1) par une autre où $\lambda \neq \rho$.

» Ces exemples montrent que si ρ est entier, on ne peut pas espérer résoudre complètement le problème de la détermination du genre d'une fontion entière dont on connaît le module maximum. Mais les résultats énoncés plus haut nous apprennent entre quelles limites on pourra le faire.

» Soit, par exemple, à trouver le genre de la somme de deux produits de facteurs primaires d'ordre entier ρ, $G_1(z)$ et $G_2(z)$. Soit $F(z) = G(z)\rho^{H(z)}$, cette somme. Nous pouvons déterminer le genre de $F(z)$ dans des cas étendus correspondant aux divers critères qui renseignent sur la convergence ou la divergence de la série $\sum \frac{1}{r_n^\rho}$. Ainsi :

» Si, G_1 et G_2 étant de genre $\rho - 1$, G_1 est tel que pour $n > m$ on ait

$$r_n^\rho > \mu n(\log n)^{2+\varepsilon},$$

la somme $F(z)$ est de genre $\rho - 1$. En effet $H(z)$ est au plus de degré $\rho - 1$, car la limite supérieure de $|F(z)|$ est inférieure à ρ^{hr^ρ}.

» De plus, pour $G(z)$, la série $\frac{1}{R_n^\rho}$ est convergente; donc $G(z)$ est de genre $\rho - 1$.

» De même si, G_1 et G_2 étant de genre ρ, G_1 est tel que pour une infinité de valeurs de n indéfiniment croissantes, on ait

$$r_n^\rho < \mu n(\log n)^{-\varepsilon},$$

on en déduit que la série $\frac{1}{R_n^\rho}$ diverge et que $F(z)$ est de genre ρ.

» Chacun des critères de convergence et de divergence indiqués par M. Bertrand fournit une règle semblable. Mais, en dehors de ces cas et

d'autres analogues, la considération des modules maxima ne semble pas pouvoir nous renseigner sur le genre de $F(z)$.

» Écartons maintenant les cas exceptionnels. On peut dire alors, en tenant compte des résultats de M. Hadamard, que *la manière dont se comporte à l'infini le module maximum d'un produit de facteurs primaires de genre fini* $G(z)$ *est déterminée par la croissance de* r_n, autrement dit *par le nombre des zéros de* $G(z)$ *que contient un cercle de rayon indéfiniment croissant, abstraction faite des arguments de ces zéros.* »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la relation de l'activité solaire avec la variation diurne de la déclinaison magnétique.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« On sait qu'il existe une relation bien nette entre les variations du magnétisme terrestre et l'activité du Soleil; R. Wolf a même donné une formule qui donne approximativement l'amplitude moyenne annuelle de la variation diurne de la déclinaison à Vienne, en fonction du *nombre relatif* des taches solaires. Mais, pour déterminer la loi du phénomène, on ne peut se borner à considérer ni la moyenne annuelle, ni l'amplitude totale de la variation : en effet, dans la combinaison d'ondes d'amplitudes et de phases différentes, l'amplitude totale de la variation résultante ne présente pas de relation simple avec les amplitudes des ondes composantes.

» L'emploi de la série de Fourier permet de résoudre le problème.

» En désignant par t le temps compté en angles à partir de minuit, à raison de 360° pour la journée entière, toute variation périodique diurne peut être représentée par la série

$$A_1 \cos t + B_1 \sin t + A_2 \cos 2t + B_2 \sin 2t + \ldots,$$

et, si la variation résulte de la superposition d'ondes d'origines diverses, les coefficients A_1, B_1, A_2 ... de la variation totale sont la somme algébrique des coefficients correspondants des ondes composantes.

» Pour déterminer l'influence des taches solaires, on considérera la variation observée comme produite par la superposition de deux ondes : l'*onde normale*, correspondant aux moments où le Soleil est complètement dépourvu de taches, et l'*onde perturbatrice*, fonction des taches, et que l'on peut, comme première approximation, supposer proportionnelle au nombre r des taches. On aura donc

$$(1) \qquad A_1 = A_1' + a_1 r, \qquad B_1 = B_1' + b_1 r, \qquad A_2 = A_2' + a_2 r \ldots;$$

A_1', B_1', A_2'... étant les coefficients relatifs à l'onde normale; a_1, b_1, a_2... ceux de l'onde perturbatrice.

» Comme l'onde normale et l'onde perturbatrice dépendent toutes deux de la position du Soleil, on devra les déterminer non pas sur des moyennes annuelles, mais au moins sur des moyennes mensuelles.

» J'ai commencé par l'étude de la variation diurne de la déclinaison et j'ai discuté d'abord les observations recueillies par M. Moureaux, au Parc Saint-Maur, pendant les dix-sept années 1883-1899. Les coefficients de la série de Fourier ont été calculés, pour chaque mois individuellement, jusqu'aux termes en $4t$. On les a rapprochés ensuite du nombre relatif des taches solaires, tel qu'il a été donné pour chaque mois par R. Wolf et, depuis 1894, par son continuateur, M. Wolfer. Tous les mois de même nom ont fourni ainsi pour chaque groupe, tel que $A'_1 a_1$, dix-sept équations de condition, d'où l'on a tiré les valeurs les plus probables de ces coefficients. Nous ne nous occuperons pour le moment que de l'onde perturbatrice.

» En posant $c_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$, $\tang \varphi_n = \frac{a_n}{b_n}$, l'onde perturbatrice est mise sous la forme

$$P = c_1 \sin(t + \varphi_1) + c_2 \sin(2t + \varphi_2) + c_3 \sin(3t + \varphi_3) + \ldots,$$

qui se prête mieux à la discussion; on obtient ainsi une formule empirique qui donne à chaque instant les valeurs approchées de la fonction P, dont l'expression analytique exacte n'est pas connue.

» On trouve que les douze valeurs mensuelles des coefficients $c_1, c_2, \ldots$, $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$, montrent, en général, une variation annuelle bien régulière et peuvent être exprimées, en fonction de la longitude l du Soleil, par une expression telle que

$$m + n \sin l + p \cos 2l;$$

le coefficient m, de beaucoup le plus important, est obtenu avec une grande exactitude; les deux autres m et n, plus petits, sont, par suite, moins bien déterminés.

» Les mêmes calculs ont été recommencés pour les observations de Greenwich. Les résultats concordent avec ceux de Saint-Maur d'une manière remarquable, si l'on songe à la petitesse du phénomène et à sa complexité.

» Toutes les données numériques et leur discussion complète seront publiées dans un Mémoire actuellement sous presse; j'indiquerai seulement ici les conclusions principales :

» 1° Les dix-sept équations de condition (1), qui déterminent chaque

groupe d'inconnues, tel que A'_1, a_1, présentent en général des erreurs résiduelles faibles, surtout pour les valeurs extrêmes de r; l'influence des taches du Soleil est donc très nette et déterminée avec précision. Les quelques écarts qui se présentent doivent être dus surtout à deux causes : d'une part, on admet la constance de l'onde normale, ce qui n'est pas probable, au moins pour une période un peu longue; d'autre part, les variations de l'activité solaire ne sont pas mesurées exactement par le nombre relatif des taches. Cependant la concordance des résultats montre que les erreurs qui résultent de cette dernière hypothèse sont faibles, sauf peut-être dans quelques mois exceptionnels.

» 2° Le terme diurne de l'onde perturbatrice a une phase φ_1 qui, rapportée au temps vrai, peut être considérée comme constante pendant toute l'année : 211°,2 pour Saint-Maur, 210°,2 pour Greenwich, nombres identiques dans la mesure de la précision obtenue. Les amplitudes a_1, en fonction de la longitude l du Soleil, et ramenées à sa moyenne distance, sont :

Saint-Maur .... $a_1 = 1',37 + 0',17 \sin l + 0',22 \cos 2l$,
Greenwich........... $a_1 = 1',48 + 0',15 \sin l + 0',24 \cos 2l$.

» 3° Le terme semi-diurne a les valeurs suivantes :

Saint-Maur...... $a_2 = 0',82 + 0',30 \sin l + 0',20 \cos 2l$ $\varphi_2 = 23°,5 + 24°,2 \sin l$
Greenwich....... $a_2 = 0',83 + 0',35 \sin l + 0',18 \cos 2l$ $\varphi_2 = 27°,7 + 31°,5 \sin l$

Les valeurs sont encore tout à fait comparables dans les deux stations, même pour les phases où une différence de 1° ne correspond ici qu'à deux minutes de temps.

» 4° Les amplitudes du terme tiers-diurne sont :

Saint-Maur................ $a_3 = 0',51 + 0',23 \cos 2l$
Greenwich................. $a_3 = 0',41 + 0',26 \cos 2l$

Les phases sont constantes dans toute l'année : 201° à Saint-Maur, 219° à Greenwich, nombres dont la différence, qui correspond à vingt-quatre minutes de temps, est dans la limite des erreurs probables.

» Les observations de Batavia ont donné des lois analogues pour les deux premiers termes, les seuls qui aient été calculés, mais avec des valeurs absolues différentes pour les coefficients. En traitant de même les observations d'un assez grand nombre de stations on pourrait dégager les lois qui lient les divers coefficients à la situation géographique et à la valeur du champ magnétique en chaque point et voir, notamment, si ces lois sont compatibles avec l'existence d'un champ magnétique émané du Soleil.

» Je me propose d'indiquer ultérieurement les particularités que présente la variation que j'ai désignée sous le nom d'*onde normale.* »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les borates de magnésie et des métaux alcalino-terreux.* Note de M. **L. Ouvrard**, présentée par M. Troost.

« Dans deux Notes précédentes [1], j'ai indiqué par quelle série de recherches j'avais été amené à préparer les borates tribasiques d'un certain nombre de métaux.

» Depuis, j'ai cherché à appliquer la même méthode au magnésium et aux métaux alcalino-terreux qui paraissent se prêter moins facilement que les précédents à l'obtention de corps cristallisés.

» On sait que la magnésie se dissout aisément dans l'anhydride borique fondu, et c'est ainsi qu'Ebelmen [2] a préparé les borates $B^2O^3, 3MgO$ et $B^2O^3, 2MgO$, reproduits par M. Le Chatelier [3], tandis qu'en présence d'un grand excès d'anhydride borique M. Ditte a obtenu le borate acide $4B^2O^3, 3MgO$, en masses cristallines, à structure rayonnée [4].

» Si l'on ajoute un léger excès de magnésie à un mélange équimoléculaire d'anhydride borique et de fluorhydrate de fluorure de potassium, et que l'on porte le tout au rouge dans un creuset de platine, on obtient une masse qui, soumise à un refroidissement lent, laisse distinguer nettement des aiguilles cristallines. Le culot étant repris par l'eau bouillante abandonne un feutrage de fines aiguilles qui, lavées à l'acide acétique étendu, présentent au microscope une apparence très homogène et répondent à la formule $B^2O^3, 3MgO$ [5].

» Ce sont des prismes transparents, à extinctions longitudinales, inaltérables par l'eau bouillante, sensiblement inattaquables par l'acide acétique dilué, facilement solubles dans les acides minéraux.

» Avec des quantités insuffisantes de magnésie, on n'obtient pas de produit homogène; il se forme probablement des mélanges de borates moins basiques, dont nous n'avons pu retirer aucun produit défini.

» L'addition de chlorure de magnésium au mélange, au lieu et place de magnésie, donne naissance à de la boracite, facilement reconnaissable à sa forme tétraédrique et à son insolubilité dans l'acide chlorhydrique concentré et froid.

---

(1) L. Ouvrard, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 172 et 335.

(2) Ebelmen, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIII, p. 50.

(3) Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1034.

(4) Ditte, *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 893.

(5) B^2O^3 : calculé, 36,82; trouvé, 35,90 et 36,11. MgO : calculé, 63,18; trouvé, 63,27 et 62,76.

» La chaux, ou son carbonate, se dissolvent également bien, à la température du rouge, dans le mélange d'anhydride borique et de fluorhydrate de fluorure de potassium; mais on n'obtient de produit bien défini qu'en employant trois molécules de chaux pour une de chacun des autres composants.

» Après lavage prolongé à l'eau froide, puis à l'acide acétique très dilué, il reste des prismes agissant sur la lumière polarisée, mais altérables par l'eau chaude, qui les rend opaques, très solubles dans les acides étendus, et correspondant à la formule $B^2O^3, 3CaO$ (1).

» La substitution du chlorure de calcium, en tout ou en partie, à la chaux, dans la réaction précédente, tend à donner des produits chlorés, différents d'ailleurs des boracites, sur lesquels nous reviendrons plus tard, et parmi lesquels nous signalerons seulement le borate $B^2O^3, 3CaO, CaCl^2$ décrit par M. Le Chatelier (2).

» La strontiane et la baryte se comportent à peu près comme la chaux vis-à-vis du mélange d'anhydride borique et de fluorhydrate de fluorure de potassium. Par leur addition en quantité convenable, on obtient par refroidissement lent les borates $B^2O^3, 3SrO$ (3) et $B^2O^3, 3BaO$ (4), en cristaux dentelés, ou en feuilles de fougère, agissant sur la lumière polarisée, moins facilement altérables par l'eau chaude que le sel correspondant de chaux, peu attaquables par l'acide acétique étendu, très solubles dans les acides minéraux.

» De même que dans le cas de la chaux et de la magnésie, l'emploi de proportions insuffisantes de strontiane ou de baryte ne donne naissance qu'à des mélanges de borates moins basiques et correspondant probablement aux formules de ceux qui ont été décrits par quelques auteurs et en particulier par M. Ditte et M. Le Chatelier.

» L'analyse de ces différents composés ne présente aucune difficulté spéciale, et nous avons pu la réaliser par l'une des deux méthodes que nous avions indiquées précédemment.

» Dans une prochaine Communication, nous nous proposons de faire connaître quelques-uns des composés chlorés qui se forment quand on

---

(1) B^2O^3 : calculé, 29,41; trouvé, 28,76 et 29,10. CaO : calculé, 70,59; trouvé, 70,67 et 70,18.

(2) Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 276.

(3) B^2O^3 : calculé, 18,42; trouvé, 18,08 et 17,95. SrO : calculé, 81,58; trouvé, 81,04 et 81,19.

(4) B^2O^3 : calculé, 13,23; trouvé, 12,86 et 12,90. BaO : calculé, 86,77; trouvé, 85,71 et 86,20.

remplace dans les réactions précédentes les oxydes, en tout ou en partie, par les chlorures correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'électrolyse des oxyacides. Préparation de l'acide β.-amyloxypropionique et de la diamyline du butanediol* 1.4. Note de M. l'abbé **J. Hamonet**, présentée par M. Georges Lemoine.

« Je me suis proposé d'appliquer à la préparation de quelques glycols ou, ce qui revient au même, de leurs éthers, la décomposition des sels alcalins des oxyacides par le courant électrique. Ma première préoccupation a été d'obtenir des produits insolubles, afin de les soustraire autant que possible aux réactions secondaires, qui rendent si complexes, si difficiles à étudier les résultats de l'électrolyse. C'est pourquoi j'ai remplacé le groupe alcool par le groupe éther-oxyde. Je pouvais espérer que la décomposition se ferait suivant l'équation

$$(1)\quad 2ROC^nH^mCO^2K = K^2 + 2CO^2 + (ROC^nH^m - C^nH^mOR).$$

Mes prévisions ne se sont réalisées qu'en partie et j'ai dû laisser de côté les α oxyacides. En effet, la position du groupe éther-oxyde dans la molécule a une très grande influence sur les résultats de l'expérience. Si ce groupe est en β, la décomposition se fait en proportion très convenable suivant l'équation (1); mais si ce groupe est en α, une très grande partie de l'éther s'hydrolyse :

$$(2)\quad RCH(OC^5H^{11})CO^2H + H^2O = (RCHOHCO^2H) + C^5H^{11}OH$$

et c'est à peu près exclusivement sur l'acide-alcool régénéré que se porte l'action du courant électrique. Il se forme alors de l'aldéhyde et des produits acétaliques. Ainsi l'acide amylglycolique $C^5H^{11}OCH^2 - CO^2H$ et l'acide amyllactique $CH^3CH(OC^5H^{11})CO^2H$ ne m'ont donné ni la diamyline du glycol de Wurtz, ni celle du butanediol 2.3 que je pouvais espérer.

» Je ne parlerai donc que de l'électrolyse des acides β.-alcooliques et d'abord de celle de l'acide β.-amyloxypropionique.

» *Préparation de l'acide β.-amyloxypropionique* $C^5H^{11}OCH^2CH^2CO^2H$. — J'essayai d'abord d'opérer comme je l'avais fait pour l'acide amylglycolique, c'est-à-dire de faire réagir deux molécules d'amylate de sodium sur

une molécule d'acide β.-chloropropionique. Mais on n'obtient que très peu de l'acide cherché et beaucoup d'acide acrylique, si l'on verse dans l'amylate l'acide β.-chloropropionique dissous dans l'alcool amylique, et rien que de l'acide acrylique, si l'on verse l'amylate dans l'acide. C'était un résultat que me faisait trop prévoir l'instabilité bien connue des sels de l'acide β.-chloropropionique, qui d'eux-mêmes se décomposent en chlorure métallique et acide acrylique.

» Antérieurement, j'avais tenté de préparer l'acide butyropropionique par l'action du butyrate de sodium sur l'acide β.-chloropropionique; cette fois encore, il s'était fait beaucoup d'acide amylique et peu de l'acide cherché.

» Je songeai, alors, que peut-être l'éther de l'acide β.-chloropropionique serait plus stable que l'acide lui-même.

» Pour préparer le β.-chloropropionate d'amyle, on peut saturer de HCl le mélange d'alcool et d'acide; mieux vaut cependant, comme l'a fait M. Simon pour le pyruvate d'amyle, chauffer quelque temps au bain-marie ce mélange d'acide et d'alcool, et enlever ensuite, par distillation dans le vide, l'eau qui se forme peu à peu. Le rendement est presque théorique. Le β.-*chloropropionate d'amyle* est un liquide incolore, à odeur de fruits; il bout à 109°-110° sous la pression de 21^{mm} : densité à 18° = 1,024.

» Ce corps a été ensuite transformé facilement en β.-*amyloxypropionate d'amyle*, $C^5H^{11}OCH^2CH^2 - CO^2C^5H^{11}$, par addition d'amylate de sodium dissous dans l'alcool amylique.

» Il convient de verser peu à peu l'amylate dans le chloropropionate, afin d'éviter l'élévation de température et, par suite, la saponification du groupe éther-sel. Une première fois, j'ai isolé l'éther β.-*amyloxypropionate d'amyle*. C'est un liquide bouillant à 140° sous la pression de 20^{mm}, et à 259°-260° sous celle de 750^{mm} : densité à 18° = 0,901. Dans la suite, j'ai saponifié immédiatement le groupe éther-sel et j'ai séparé par l'eau l'amyloxypropionate de sodium de l'alcool amylique. La solution aqueuse, convenablement concentrée, a été traitée par SO^4H^2 et l'acide β.-*amyloxypropionique* s'est rassemblé à la surface. C'est un liquide incolore, faiblement odorant, peu soluble dans l'eau. Il bout à 145°-146° sous la pression de 15^{mm}, et à 251°-252° sous celle de 750^{mm} : densité à 18° = 1,051 [1].

» *Electrolyse du β.-amyloxypropionate de potassium.* — La solution de

---

[1] C'est en 1898 que j'ai obtenu cet acide, comme en témoigne un pli cacheté déposé à la Société chimique, le 23 juin 1898.

ce sel, d'une densité de 1,08, a été soumise à l'action d'un courant de 2 ampères.

» On a fait varier la surface de l'anode de 6^{cq} à 193^{cq}, de telle sorte que la densité du courant variait ainsi de $0^{amp},330$ à $0^{amp},010$ par centimètre carré, sans que la quantité ou la composition du liquide huileux obtenu changeât sensiblement. Ce liquide, qui se rassemble très bien à la surface, représente un peu plus de la moitié de l'acide employé. Il se compose de produits aldéhydiques, sur lesquels je reviendrai dans la suite, d'alcool amylique provenant encore de l'hydrolyse d'une partie du groupe éther-oxyde, d'un liquide bouillant à 140°-141° sous la pression de 15^{mm} et à 260°-261° sous celle de 750^{mm}, et d'un résidu qui n'a pas encore été étudié.

» Le liquide bouillant à 260°-261° est une huile faiblement odorante, insoluble dans l'eau : densité à 18° = 0,849.

» L'analyse de ce corps correspond parfaitement à la diamyline du butanediol. Que les groupes éthers soient placés en 1.4, c'est ce que je démontrerai par les dérivés, que j'en ai obtenus : acide succinique, acide adipique. On peut donc représenter la décomposition électrolytique par l'équation suivante :

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} (2\,C^5H^{11}OCH^2CH^2CO^2K) \\ \quad = K^2 + 2\,CO^2 + (C^5H^{11}OCH^2 - CH^2 - CH^2CH^2OC^5H^{11}). \end{array} \right.$$

» Le rendement a été de 50 pour 100 de la quantité théorique.

» Quoique les étapes à parcourir pour passer de la glycérine à cet éther du butanediol ou à ses dérivés soient, il faut l'avouer, longues et nombreuses, je crois cependant que cette méthode est la seule pratique et même la seule sûre qui ait été donnée jusqu'ici.

» Je me propose d'appliquer ce procédé à la décomposition d'autres β. ou γ.-oxyacides. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'action saccharifiante des germes de blé et sur l'emploi de ces germes en distillerie.* Note de M. **Lindet**, présentée par M. Duclaux.

« Les nouveaux procédés de mouture permettent au meunier d'extraire, au début de son travail, le germe du blé dans un grand état de pureté. Le premier broyeur de la série des moulins à cylindres, fendant le grain et séparant les deux lobes, fait sauter le germe; d'autres appareils (dégermeur Rose, fendeuse Schweizer, semouleur Danvin et Gibory, broyeur Record Rose, etc.) produisent le même travail. Les germes, ainsi dégagés, sont d'ordinaire passés entre cylindres lisses, pour les débarrasser de la

farine encore adhérente, et les sons de ces germes sont vendus aux nourrisseurs au même prix que les sons ordinaires.

» Le germe ne se trouve pas, du fait de ces opérations, séparé de son scutellum; or, Brown et Morris ont démontré que les diastases, et spécialement celle qui pendant la germination dissout l'amidon, sont sécrétées dans cette partie du grain. L'expérience m'a permis de constater que les sons de germes, riches en débris de scutellum, renferment de grandes quantités de diastase saccharifiante, et qu'ils peuvent remplacer, à un moment donné du travail de la distillerie, le malt d'orge, dont le prix est deux fois plus élevé.

» On sait qu'il convient de distinguer dans la saccharification diastasique de l'amidon deux actions superposées : l'une qui s'exerce spécialement à 70° et même 80°, et qui aboutit à la liquéfaction de l'amidon et à une production presque exclusive de dextrine, l'autre qui se développe à 63° et au-dessous et qui a pour effet de transformer la dextrine en maltose. On tend même à admettre l'existence de deux diastases, l'une plus résistante que l'autre à la chaleur : l'*amylase*, qui *liquéfie* et *dextrinise;* l'autre : la *dextrinase*, qui *saccharifie*.

» Je pense que la diastase saccharifiante des germes de blé existe sous ces deux états; mais je n'ai pu mettre en évidence jusqu'ici son action liquéfiante; les germes renferment en effet une grande proportion de matières albuminoïdes solubles; en présence de l'eau, celles-ci se coagulent à partir de 50° C., et quand la température atteint 65°-70°, la quantité de matière précipitée est telle que le liquide s'en trouve épaissi et que la diastase, probablement retenue dans le réseau des albuminoïdes, est dès lors incapable de liquéfier et de saccharifier. Mais si son action liquéfiante nous échappe, son action saccharifiante ne saurait être mise en doute. Quand on opère sur un empois préalablement liquéfié au malt, et quand on maintient la température au-dessous de 50°-55°, c'est-à-dire la température inférieure à celle de la coagulation des albuminoïdes, on détermine la saccharification de la dextrine.

» J'ai comparé l'action *saccharifiante* du malt d'orge et du son de germes de blé, en introduisant, aux températures de 35°, 45°, 55°, 65°, un même poids de chacune de ces substances, dans une même solution d'empois dextrinisé, et en prolongeant le chauffage, dans chaque cas, pendant le même temps. Les résultats ci-dessous expriment les quantités de dextrine, transformée pour 100 de dextrine préexistante :

	35°.	45°.	55°.	65°.
Avec les sons de germes......	38,5	46,2	45,1	8,7
Avec le malt d'orge.........	36,6	42,9	45,8	17,0

» J'ai appliqué le procédé de saccharification par les sons de germes, soit à des moûts de maïs cuit, soit à des moûts de pommes de terre et j'ai, dans les deux cas, retiré des liquides fermentés une quantité d'alcool correspondant à la somme du maltose et de la dextrine, dosés avant fermentation. La diastase du germe de blé est donc, comme celle du malt d'orge, capable de saccharifier la dextrine au cours de la fermentation alcoolique.

» La dépense que l'adoption de cette méthode occasionne est réduite à son minimum; il suffit, en effet, quand on traite du maïs, de faire intervenir une quantité de malt, qui représente 2 pour 100 et une quantité de sons de germes qui représente 10 pour 100 du poids des grains mis en œuvre. Ces quantités peuvent être réduites de moitié, quand on s'adresse à la pomme de terre.

» L'introduction des germes dans la drèche de distillerie ne peut qu'en augmenter la valeur nutritive. Ceux qui ont servi à mes expériences et qui provenaient du moulin des hospices et hôpitaux de Paris, renfermaient 23,5 pour 100 de matières azotées, 8,4 pour 100 de matières grasses et 2,4 pour 100 de matières minérales.

» L'emploi des sons de germes, que jusqu'ici la meunerie abandonnait à la nourriture du bétail, peut donc trouver place dans la distillerie de grains ou de pommes de terre et créer une communauté d'intérêts entre ces deux industries agricoles. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *La légende du* Lepas anatifera, *la* Vallisneria spiralis *et le Poulpe*. Note de M. **Frédéric Houssay**, présentée par M. Edmond Perrier. (Extrait.)

« Le *Lepas anatifera*, crustacé fixé bien connu des zoologistes, a donné lieu à de curieuses légendes, familières à tous ceux que l'histoire des sciences intéresse. Ces légendes, dans leurs traits essentiels, se résument à ceci : l'animal s'organise aux dépens du bois ou des troncs d'arbres flottants sur lesquels on le trouve, d'autres disent sur une plante qui croît au fond de la mer, puis lui-même se transforme ou donne naissance à un oiseau, l'*oie bernache* ou oie du coquillage, en souvenir de laquelle Linné a gardé dans sa nomenclature le nom d'*Anser bernicula*.

» La *Vallisneria spiralis* est une plante aquatique dioïque dont la fécondation fut décrite d'une façon scientifique par Micheli en 1729, mais, à mon avis, le fait était banalement connu à une époque antérieure. Je rappelle

que la fleur femelle monte à la surface de l'eau, que l'inflorescence mâle en fait autant, que les fleurettes dont elle est composée se détachent, fécondent la fleur femelle, et que celle-ci refermant son périanthe descend au fond de l'eau, entraînée par sa hampe qui se contourne en spirale.

» Examinant en 1891 les décors exclusivement animaux et végétaux figurés sur des vases appartenant à l'art dit mycénien, j'y crus voir représentés le phénomène vrai de la fécondation de la Vallisnérie et le phénomène légendaire de la naissance des oiseaux sur des plantes marines, c'est-à-dire la légende de l'anatife.

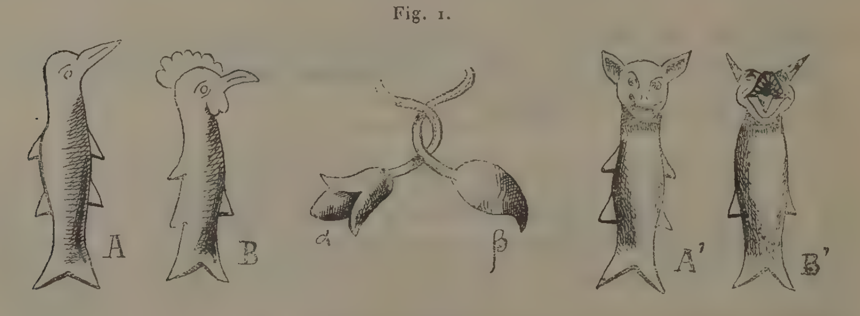
» Mais quand je voulus faire partager ma conviction je me trouvai fort embarrassé. Je l'essayai néanmoins en deux articles que publia la *Revue archéologique* (1).

» Je veux aujourd'hui apporter quelques faits nouveaux comme contribution à ces études.

» Sur le portail occidental de l'église de Moissac (XIIe siècle) dont le moulage est au Trocadéro, je trouve quatre groupes d'animaux dont il serait trop long de préciser la disposition architecturale.

» 1° Des mammifères, des chiens peut-être, dressés face à face par couples : un organe sexuel net caractérise le mâle, la femelle féconde a des mamelles turgescentes; les queues de ces animaux s'enlacent, celle du *mâle* se termine par un ornement (α, *fig.* 1) où l'on peut reconnaître, mieux même que sur notre dessin, l'*inflorescence mâle* de la Vallisnérie; celle de la femelle se termine (β, *fig.* 1) par la *fleur femelle*

Fig. 1.



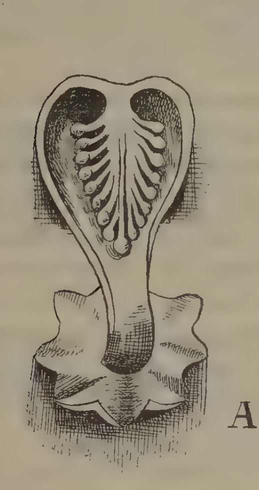
fécondée de la Vallisnérie. C'est l'évocation, la comparaison et la généralisation des idées de sexualité et de fécondité chez les animaux et chez les végétaux.

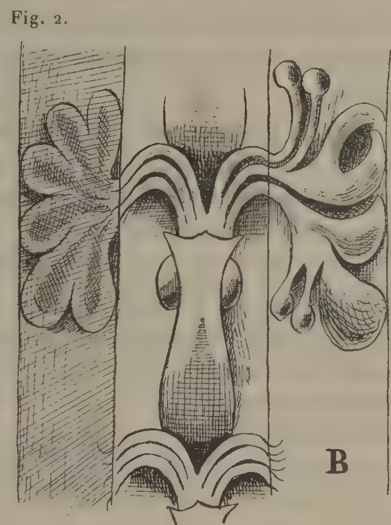
(1) Frédéric Houssay, *Les Théories de la genèse à Mycènes et le sens zoologique de certains symboles du culte d'Aphrodite* (*Rev. archéol.*, 1895). — *Nouvelles recherches sur la faune et la flore des vases peints de l'époque mycénienne et sur la philosophie pré-ionienne* (*Ibid.*, 1897).

» 2° Deux files contenant 28 animaux, dont 1 est fort effacé et dont les autres sont : 7 poissons purs, 13 poissons à têtes d'oiseaux tels que canard, coq, chouette, etc., (A, B, *fig.* 1), enfin 7 poissons à têtes de mammifères (A′, B′, *fig.* 1). C'est l'évocation et la figuration de la métamorphose présumée des animaux aquatiques en animaux terrestres.

» 3° Une file de mammifères et une file d'oiseaux dont la continuité est indiquée avec une troisième file d'ornements innommables, à moins d'employer le mot conventionnel de *palmettes* (A, *fig.* 2).

Fig. 2.





» Si nous comparons cette théorie figurée à la légende écrite de l'anatife, et cela n'a rien d'aventureux puisque nous en sommes très rapprochés dans l'espace et le temps, nous constatons d'abord qu'elles appartiennent à la même famille d'idées et qu'elles ont trait toutes deux à la genèse aquatique et aux métamorphoses des vivants. Elles deviennent même identiques si l'on admet que la palmette tient dans l'une la même place que l'anatife dans l'autre, si l'on admet qu'elle le *représente*. Dès maintenant je remarque que ces palmettes sont fort analogues aux feuilles de la plante que sur un ossuaire de Crète j'ai défini « l'arbre producteur des oiseaux aquatiques ».

» 4° La file des mammifères dont j'ai parlé plus haut se poursuit dans l'ogive du portail par un décor qui paraît d'abord un simple fouillis de feuillage, composé par un même motif qui se répète en file. En dessinant avec précision un de ces motifs, on y reconnaît un *poulpe* dont les bras se terminent à droite dans une touffe de plantes marines analogues à un fucus et à gauche dans une palmette (B, *fig.* 2). Or le poulpe est le plus caractérisé, le plus fréquent et le plus original des animaux représentés par les vieux peintres égéens.

» Je me borne aujourd'hui à constater le rapprochement, me réservant d'en tirer parti pour d'autres études. »

BOTANIQUE. — *Sur le* Ramy *de Madagascar.*
Note de M. **H. Jacob de Cordemoy**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Depuis quelques années, il a été signalé, à maintes reprises, une résine des plus intéressantes provenant de Madagascar : c'est la résine de *Ramy*. Cette substance exsude, en effet, d'un arbre que les indigènes nomment le *Ramy*, et qui est encore appelé quelquefois par les colons *Colophanier de Madagascar*.

» Mais, jusqu'à présent, aucune détermination exacte de ce végétal n'a été, que je sache, publiée. Dans un Travail récent sur les résines exotiques (1), je me suis moi-même borné à émettre, à cet égard, une hypothèse, en disant qu'on « devait se demander si la résine en question ne découlerait » pas à la fois d'un ou plusieurs *Canarium*, confondus sous le nom in- » digène de *Ramy* ». Je n'avais pas, à ce moment, les matériaux nécessaires pour préciser davantage mes indications.

» Or, ayant reçu tout dernièrement de Madagascar un échantillon botanique complet du *Ramy* (2), j'ai pu m'assurer que cette plante est bien une Burséracée du genre *Canarium :* c'est le *C. multiflorum* d'Engler (3).

» Voici donc la diagnose de cette espèce :

» C'est un bel arbre atteignant jusqu'à 35^m de hauteur ; il a le port d'un grand Chêne. Les rameaux et les pétioles des feuilles sont, dans le jeune âge, recouverts d'un fin duvet. La feuille est composée pennée ; elle a $0^m,20$ de long environ, et comprend quatre ou cinq paires de folioles, plus une foliole terminale. Ces folioles sont pétiolulées ; leur limbe glabre, luisant à la surface supérieure, est asymétrique, sauf le plus souvent pour la foliole impaire.

» La plante fleurit en octobre. L'inflorescence est une panicule multiflore aussi

---

(1) H.-J. de Cordemoy, *Gommes et résines d'origine exotique* (Paris, Challamel ; 1900).

(2) Cet échantillon est dû à l'obligeance de M. Perrier de la Bâthie, qui l'a recueilli à Belambo, sur la rive gauche de l'Ikopa.

(3) Engler, in *Monographiæ Phanerogamarum Prodromi*, vol. IV, p. 128. Je ne parle ici que du *Ramy* de la partie occidentale de Madagascar. Comme il existe, dans cette île, d'autres espèces de *Canarium*, il se pourrait que celles-ci fussent aussi appelées *Ramy* par les indigènes.

longue que la feuille. Les fleurs sont polygames. La fleur mâle offre les caractères suivants : le calice gamosépale est profondément divisé en trois lobes pubérulents à l'extérieur; la corolle, une fois et demie plus longue que le calice, est formée de trois pétales libres, coriaces, ovales, tronqués inférieurement et dont la face externe est recouverte d'un fin duvet soyeux. L'androcée comprend six étamines libres dont les filets s'insèrent en dehors et à la base du disque hypogyne charnu qui, dans la fleur mâle, entoure l'ovaire atrophié et rudimentaire. Ces filets, dressés, laissent des empreintes profondes sur le disque contre lequel ils sont appliqués. Les anthères qui les surmontent sont fixées par la base de leur face dorsale; elles sont oblongues, introrses, et présentent quatre facettes nettement limitées par quatre angles qui se prolongent en autant d'ailes membraneuses longitudinales.

» Je n'ai pas observé la fleur femelle. Le fruit est une drupe ovoïde, d'un blanc grisâtre à la maturité, à mésocarpe résineux : ses deux plus grands diamètres sont respectivement de 3^{cm} et 2^{cm}.

» J'ai recherché, dans le rameau de cet arbre, la disposition des éléments sécréteurs. La structure de ce rameau est, d'ailleurs, assez singulière : en dedans de la zone libéro-ligneuse secondaire normale, et dans le conjonctif central, on observe un grand nombre de faisceaux libéro-ligneux diversement orientés, isolés ou réunis par petits groupes. Quoi qu'il en soit, les canaux sécréteurs sont rares dans l'écorce et le conjonctif central. Ils abondent, au contraire, dans tout le tissu libérien [1]. Ceux du liber normal externe sont protégés par des arcs fibreux péricycliques; d'autre part, tous les faisceaux centraux contiennent, dans leur partie libérienne, un ou plusieurs de ces larges canaux sécréteurs.

» Le Ramy sécrète de la résine dans toutes ses parties; mais ce produit découle surtout de la base du tronc et des énormes racines par lesquelles le végétal s'attache au sol.

» Cette résine est jaune verdâtre, à odeur de citron, très abondante; elle pourrait sans doute recevoir des applications industrielles.

» En résumé : 1° L'arbre résinifère connu sous le nom indigène de *Ramy*, sur la côte occidentale de Madagascar, est le *Canarium multiflorum* Engler; 2° Cet arbre laisse exsuder une résine jaune verdâtre qui, dans la tige, se forme dans des canaux résineux développés surtout dans le tissu libérien. »

---

(1) Cette localisation de canaux sécréteurs paraît être un fait anatomique général parmi les Burséracées, d'après les observations que j'ai eu l'occasion de faire chez d'autres espèces, notamment chez les *Protium*.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau genre de tige fossile.* Note de M. B. Renault, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Il s'agit d'un fragment de tige conservé par la silice, fendu par la moitié longitudinalement, trouvé sous un dolmen de la Haute-Alsace et provenant peut-être du culm de la région [1].

» Suivant sa plus grande longueur il mesure 105^{mm}; la moitié trouvée sous le dolmen renferme heureusement l'axe de la tige; le diamètre de la base est de 58^{mm}, celui du sommet de 38^{mm}; la tige est donc cylindro-conique.

» La surface de l'échantillon porte des mamelons fusiformes, mesurant à la partie inférieure 13^{mm} à 14^{mm} de hauteur sur 5^{mm} à 6^{mm} en largeur; ceux de la partie supérieure, plus allongés, atteignent 22^{mm} à 23^{mm}; leur surface est arrondie, lisse et ne présente aucun ornement; tous sont munis, à leur extrémité supérieure, d'une cicatricule unique placée au fond d'une petite dépression elliptique; cette cicatricule correspond à un faisceau vasculaire et détermine un léger relief ponctiforme.

» Les mamelons peuvent être compris sur deux lignes spirales entourant la tige de droite à gauche et de gauche à droite, faisant entre elles un angle moyen de 50°.

» L'ensemble des mamelons possède à première vue un aspect knorriforme, mais que ne soutient pas un examen plus approfondi; il est comparable aussi à la surface de certaines tiges de Lépidodendrons décortiqués, ou même à celles de stipes de Fougères arborescentes.

» *Structure de la tige.* — Une coupe transversale montre, au centre, un espace circulaire, occupé autrefois par un tissu maintenant détruit, dont le microscope ne montre que quelques débris de membranes cellulaires; il est parcouru seulement par des faisceaux vasculaires indépendants ne se rattachant, en apparence, à aucun axe vasculaire central.

» En dehors de cette région, se trouve une assise représentant l'écorce moyenne de couleur brune, formée de cellules sclérifiées à sections rectangulaires et rangées en lignes rayonnantes du côté de l'axe, mais composée, au contraire, du côté externe, de cellules rameuses constituant une sorte de tissu lacuneux. Cette portion de l'écorce est parcourue sur son bord interne par des faisceaux vasculaires qui s'élèvent verticalement et forment une sorte d'étui cylindrique, puis se dirigent en se recourbant vers les appendices.

---

(1) M. Jutier, ingénieur en chef des mines, me l'avait communiqué il y a vingt-cinq ans, mais ce n'est que dans ces derniers temps que j'ai pu en achever l'étude, grâce à l'obligeance de M. Fliche, professeur à l'École forestière de Nancy, à qui j'adresse mes remercîments.

» L'assise la plus externe de l'écorce est composée d'un tissu cellulaire mou, d'une destruction facile ; les cellules ne sont guère représentées que par leurs membranes moyennes couvertes de Bactériacées; malgré le peu de résistance de cette région, elle ne présente aucun écrasement, et la surface porte les mamelons dont nous avons parlé plus haut. On ne trouve aucune trace d'hypoderme ni d'épiderme, mais seulement, dans les sillons existant entre les mamelons, des traces d'une couche de liège qui a été vraisemblablement enlevée dans les autres parties plus exposées à l'usure.

» Sur cinq coupes transversales prises à des niveaux différents, les faisceaux vasculaires se sont montrés, dans la région centrale, indépendants et ne se rattachant à aucun axe vasculaire. Chacun d'eux se divise, dans le court trajet allant du centre à l'écorce moyenne, d'abord en deux, puis en cinq cordons libéro-ligneux distincts, chacun muni d'un endoderme; ils sont disposés en V; celui qui en occupe la pointe tournée vers l'extérieur est plus petit que les autres; autant qu'on en peut juger, ils sont collatéraux; l'ensemble est entouré d'une gaine commune; ils restent tels jusqu'à leur entrée dans les appendices; cependant en pénétrant dans l'écorce moyenne ils s'augmentent sur le côté externe d'une bande de *parichnos*, formée de cellules allongées à minces parois, à sections rectangulaires; le centre de la bande est souvent déchiré ou détruit, quelquefois occupé par des cellules arrondies qui paraissent remplies d'un produit de sécrétion.

» Deux faisceaux voisins forment entre eux, à leur sortie, un angle de 135° environ, ce qui donne pour l'ordre phyllotaxique la fraction $\frac{3}{8}$. La région la plus curieuse des faisceaux vasculaires est leur extrémité tournée vers l'axe; les cinq cordons libéro-ligneux, après s'être réunis en un seul en confondant leurs éléments vasculaires, s'atténuent rapidement; les vaisseaux rayés diminuent de longueur et se continuent en cellules vasiformes rayées et réticulées, ellipsoïdales, mesurant suivant le grand axe 35^{μ} à 53^{μ} et suivant le petit 18^{μ} à 26^{μ}. Toutes les extrémités des faisceaux se terminant de la même manière, il est admissible qu'ils étaient réunis par cette sorte de tissu qui formait ainsi un axe central monostélique, dont les éléments ont été dissociés par un travail bactérien évident.

» La complexité des faisceaux libéro-ligneux éloigne cette tige des *Lepidodendron*, *Lomatophloios* et autres Lycopodiacées houillères; peut-être la rapprocherait-elle de certaines Fougères, mais dans les Fougères arborescentes les racines se montrent de bonne heure et partent presque du sommet de la tige. Il n'y en a pas de trace dans notre échantillon. De plus, les mamelons superficiels sont plus longs à la base de la tige qu'au sommet chez les Fougères; c'est l'inverse dans la tige fossile. Nous ne connaissons aucun axe ligneux construit sur le type que nous venons de décrire.

» En l'absence de documents plus complets, nous le considérons comme une forme nouvelle, à laquelle nous donnons le nom de *Adelophyton Jutieri* (1). »

---

(1) De Ἄδηλος, imparfaitement connu; φυτὸν, plante.

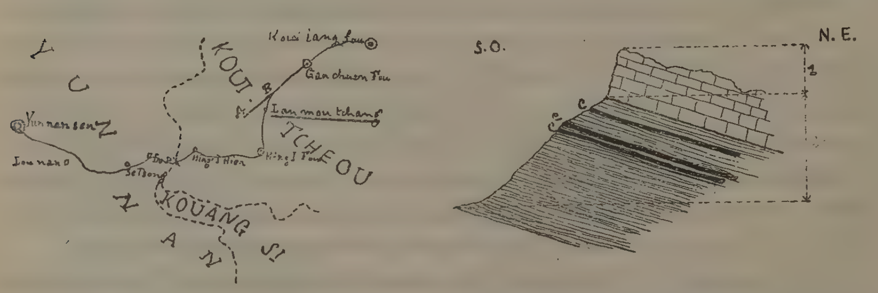
GÉOLOGIE. — *Sur la présence d'un gisement d'anthracite dévonien au Koui-tcheou (Chine).* Note de M. **G.-H. Monod**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« L'examen des fossiles que nous avons rapportés des provinces méridionales de la Chine a été fait sous la direction et avec l'aide de notre Maître, M. G. Vasseur, directeur du laboratoire de Géologie de l'Indo-Chine.

» Nos recherches ont montré qu'il y a, en plusieurs points situés dans les provinces du Yun-nan et du Koui-tcheou, des schistes dévoniens très fossilifères, comme l'a déjà montré M. Douvillé (*Comptes rendus*, 26 février 1900). Les genres les plus abondamment représentés dans ces gisements sont : *Streptorhynchus, Orthis, Rhynchonella, Pentamerella, Pentamerus, Cyrtia, Atrypa, Athyris*, etc., avec des Trilobites et des débris de Poissons.

» Le village de Lan-mou-tchang, dans le Koui-tcheou, est situé à peu près à moitié route entre les préfectures de Hing-i et de Gan-chuen. On y observe un gisement de charbon exploité par les Chinois. Les couches de combustible sont situées dans un mamelon composé de schistes dont le ton varie du gris clair au gris presque noir. Les schistes sont surmontés par une formation calcaire.

» Les lits de charbon se trouvent intercalés dans les schistes; leur pendage est d'environ 20° vers le Nord-Est. La roche encaissante est très riche



AB. Direction de la coupe.

1. Calcaires; épaisseur = 15m.
2. Schistes; épaisseur au-dessus de la plaine = 28m. (Épaisseur totale indéterminée).
C. Couches de charbon.

en débris organiques. Les fossiles se montrent identiques au mur et au toit

des couches charbonneuses. Ce sont principalement des Brachyopodes du genre *Streptorhynchus;* ce genre est représenté par une assez grande variété d'espèces, qui paraissent être en grande partie spéciales. On y trouve aussi quelques Trilobites, et il convient d'insister tout particulièrement sur le genre *Phacops,* qui, joint aux autres fossiles du gisement, indique d'une façon indubitable le niveau qn'il faut assigner aux sédiments qui le renferment et, par suite, aux couches de charbon interstratifiées dans ces formations (1).

» Comme l'on doit s'y attendre, étant donné l'âge du gisement, le charbon de Lan-mou-tchang est un anthracite. Voici, d'ailleurs, l'analyse de ce combustible. Nous la devons à M. Albert Monod, directeur de la maison Worms à Marseille. L'analyse a été faite par M. Estienne, ingénieur chimiste de la maison :

Humidité	0,50
Matières volatiles	8,75
Cendres	10,40
Carbone fixe	80,35
	100,00

» On voit que la teneur en cendres est assez élevée. Cela tient sans doute à la présence d'une certaine quantité de soufre; ce minéral existe, en effet, au voisinage du gisement. On trouve dans les schistes des cubes de pyrite de fer, et dans les assises calcaires qui surmontent le schiste, on observe une petite fente tapissée de cinabre, qui a été exploitée par les Chinois.

» L'importance du gisement d'anthracite est assez grande. L'extraction se fait au moyen de trois galeries très étroites, dont l'une atteignait, au moment de notre passage, une profondeur de 3 li, c'est-à-dire environ $1^{km},500$.

» Lan-mou-tchang est le seul point où nous avons trouvé des fossiles nettement dévoniens au contact même des charbons. Mais rien ne prouve que des gisements du même âge n'existent pas ailleurs. Plusieurs gîtes de combustible se présentent dans des conditions stratigraphiques paraissant absolument semblables à celles que nous venons de décrire. Toutefois, nous n'émettrons pas d'hypothèse que la paléontologie ne nous permette de confirmer sûrement, et nous nous contenterons de signaler qu'il existe, au moins en un point, un gisement de charbon incontestablement dévonien.

» M. Zeiller, Ingénieur en chef au corps des Mines, a montré déjà, d'après les échantillons rapportés par M. l'Ingénieur en chef au corps des

(1) M. Douvillé, dans la Note citée plus haut, attribue les schistes de Lan-mou-tchang au Carbonifère.

Mines Leclère et par nous-même, que « la Chine renferme de nombreux » gîtes de charbon, d'importance inégale, appartenant les uns au terrain » houiller, les autres à la portion inférieure et moyenne du terrain juras- » sique » (1).

» Le gisement de Lan-mou-tchang prouve que l'extension verticale des charbons est plus grande qu'on ne le croyait. Cette extension doit être augmentée encore, si l'on veut tenir compte des lignites tertiaires que nous avons trouvés à Ma-pé-kai, dans l'Est du Yun-nan. Ces lignites sont accompagnés par toute une faune de Gastropodes lacustres, parmi lesquels dominent les Planorbes. On sait d'ailleurs, d'après les travaux de M. Zeiller, que des lignites, probablement pliocènes, existent aussi au Tonkin, dans la région d'Yen-Bay, où ils sont compris dans des schistes argilo-gréseux à Tulotomes et à végétaux dicotylédones.

» On voit donc que les charbons se sont formés, en Chine, aux époques dévonienne et carbonifère, pendant une partie des temps jurassiques, et dans certaines lagunes tertiaires. »

PISCICULTURE. — *Culture et reproduction du Saumon* (Salmo Salar) *en eau douce*. Note de M. **Jousset de Bellesme**, présentée par M. Alfred Giard.

« La question de savoir si l'on doit regarder le Saumon comme un poisson de mer ou d'eau douce a été souvent agitée, et, bien que ses affinités zoologiques le rattachent étroitement à une famille dont presque tous les représentants ont une existence fluviale, néanmoins le fait de ne pouvoir pondre sans aller à la mer a pu inciter quelques-uns à croire que ce pouvait être un poisson de mer ayant pris des habitudes d'eau douce, ou un Salmonide véritable s'étant progressivement habitué à l'eau de mer.

» J'ai entrepris d'élucider expérimentalement, au moyen d'un élevage artificiel, dans les bassins de l'Aquarium du Trocadéro, la question de savoir si l'opinion généralement admise, que le Saumon ne peut reproduire sans aller à la mer, est absolument exacte. Quelques auteurs ont émis des doutes à ce sujet, mais les rares faits allégués n'offrent pas un caractère de certitude expérimentale bien établie.

---

(1) *Sur quelques plantes fossiles de la Chine méridionale* (*Comptes rendus*, 22 janvier 1900).

» Le 24 novembre 1890, je me procurai un millier d'œufs de *Salmo Salar* bien embryonnés. Ces œufs mis en incubation à l'Aquarium du Trocadéro donnèrent naissance, le 7 et le 8 décembre, à 627 alevins qui furent élevés à part avec beaucoup de soin.

» Ils prospérèrent rapidement, très distincts de nos autres Salmonides par leur grande nageoire dorsale arrondie.

» Le 1er juin 1891, les plus gros mesuraient de 8^{cm} à 9^{cm}. Ils étaient de taille très inégale et une centaine des plus chétifs avaient succombé, de sorte qu'à la fin de 1891 il n'en restait plus qu'environ 500, très vigoureux.

» L'élevage se poursuivit régulièrement, sans incidents notables, mais avec une diminution de nombre marquée. En décembre 1892 ils atteignaient en moyenne la taille de $0^{m},40$. Il n'en existait plus qu'une cinquantaine. Ils étaient très allongés et souvent portaient de larges ulcérations tapissées de *Saprolegnia*, soit sur la tête, soit sur le dos, accident qui provenait de ce qu'ils sautaient constamment dans la chute d'eau et se blessaient au bec du déversoir. On dut, pour les protéger, adapter un filet en avant du déversoir.

» A partir de cette époque leur taille resta stationnaire, malgré une alimentation abondante, et beaucoup commencèrent à s'effiler et à dépérir.

» Pendant les deux années suivantes ils moururent peu à peu sans qu'aucun symptôme de reproduction se montrât, et en décembre 1894 il n'en restait plus aucun.

» Cet échec ne me découragea pas, et je songeai à recommencer l'expérience en modifiant les conditions premières, principalement en ce qui concernait l'alimentation.

» Au mois de janvier 1895, je fis venir de Bâle mille œufs. L'incubation, l'éclosion, l'alevinage se firent avec la même facilité que la première fois, et vers la seconde année le même arrêt dans le développement se produisit, lorsque ces poissons arrivèrent à la taille d'une quarantaine de centimètres. La mortalité fut grande et continue.

» En novembre 1898, trois ans après, il ne subsistait plus que six individus, deux mâles et quatre femelles. Or, vers cette époque, j'observai sur les deux mâles et sur deux des femelles une modification dans la pigmentation du tégument qui me fit penser que la reproduction si longtemps attendue allait enfin se produire.

» En effet, le mois suivant, les autres signes du frai ne laissant pas de doutes, il fut procédé à la ponte et à la fécondation des œufs. J'obtins de ces deux femelles près de deux mille œufs, mais la moitié resta non fécondable.

» Mille se fécondèrent très bien; ils étaient tout à fait incolores, un peu petits. Mis en incubation, ils se développèrent et donnèrent naissance à de beaux alevins.

» Les femelles survécurent à la ponte pendant plusieurs mois, puis moururent dans le cours de l'année 1899.

» En décembre 1899, les deux femelles qui n'avaient pas encore donné d'œufs offrirent les mêmes symptômes que les premières et pondirent. On les laissa pondre librement dans leur bassin, parce que nous tenions à conserver les poissons vivants en vue de l'Exposition de 1900 où, en effet, ils ont figuré, ainsi que les deux mâles, et ont été fort remarqués par les pisciculteurs étrangers.

» Les alevins nés en décembre 1898 ont aujourd'hui une trentaine de centimètres. Ils sont au nombre d'une centaine, très bien portants, et l'on n'observe pas chez eux de mortalité.

» Cette expérience, qui modifie profondément les idées couramment admises sur la reproduction du *Salmo Salar*, et qui n'a pas demandé moins de dix années d'efforts, va être poursuivie; je ne doute pas qu'en décembre 1902, ou, au plus tard, en 1903, nous n'obtenions une troisième génération de Saumons qui deviendra le point de départ d'un élevage régulier de ces poissons en eau douce.

» Il sera intéressant de voir si, après quelques générations, la taille de ces poissons, qui est restée jusqu'ici celle du *Grilse*, c'est-à-dire 40^{cm} à 45^{cm}, n'augmentera pas au fur et à mesure que le besoin d'aller à la mer sera moins vif.

» En tout cas, nos expériences démontrent péremptoirement que la culture et la reproduction du *Salmo Salar* en eau douce exclusivement sont possibles, ce qui donne lieu de croire que, si l'habitude prise par cette espèce d'aller à la mer est favorable à son développement, elle n'est ni très ancienne ni absolument nécessaire à sa reproduction. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la constitution du sol des grands fonds océaniques.* Note de **M. J. Thoulet.**

« Les soixante fonds analysés qui servent de base aux présentes conclusions ont été recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco, pendant ses campagnes océanographiques autour des Açores et dans la partie de l'Atlantique septentrional comprise entre ces îles, le cap Finistère, la France, l'Espagne et le Portugal, le Maroc et Madère. Ils proviennent de profondeurs variant entre 690^{m} et 5530^{m}.

» Ils ont été dosés mécaniquement, c'est-à-dire triés aux tamis 30, 60 100 et 200, selon la méthode que j'ai précédemment indiquée, et partagés en sable gros, moyen, fin, très fin et vase; ils ont été ensuite attaqués par l'acide chlorhydrique étendu, et tamisés de nouveau.

Les analyses, terminées et réduites à 100 de matière, ont servi d'abord à dénommer les fonds d'après la nomenclature établie par moi. Les résultats étant disposés en forme de Tableaux, lorsqu'on a voulu vérifier sur eux une loi quelconque de distribution, il a suffi de les grouper d'une manière convenable et de prendre les moyennes des données numériques suscep-

tibles de mettre en lumière la loi soupçonnée, soit par une affirmation, soit par une négation, grâce à l'application d'une véritable méthode statistique.

» C'est ainsi que, dans les limites de généralisation résultant du nombre des échantillons analysés, savoir : 4 compris entre 690^m et 1000^m, 23 entre 1000^m et 2000^m, 13 entre 2000^m et 3000^m, 9 entre 3000^m et 4000^m, 6 entre 4000^m et 5000^m et 5 entre 5000^m et 6000^m, les lois suivantes ont été vérifiées. Elles complètent et précisent celles que j'ai déjà énoncées à propos de mes analyses antérieures des fonds recueillis par moi au nombre de 21 en 1895 dans le golfe de Gascogne et de 43 en 1897 dans l'Iroise.

» Dans les petits fonds inférieurs à 100^m de l'Iroise ; le gravier existe à peu près partout, les grains de sable de diverses grosseurs sont très irrégulièrement distribués et la vase est extrêmement rare. Les sables fins et très fins sont les plus abondants.

» Dans les grands fonds, il n'y a pas de gravier ; les grains gros, moyens et fins sont peu abondants, les très fins plus abondants et la vase prédomine.

» Nulle part on ne constate de relation entre la proportion des grains ou de la vase et la profondeur.

» Les grains minéraux non calcaires, gros, moyens ou fins, provenant des continents s'éloignent peu des rivages. A l'état de grains très fins et surtout de fins-fins, c'est-à-dire d'un diamètre au-dessous de $0^{mm},1$, ils sont distribués uniformément sur le lit océanique tout entier. L'abrasion mécanique par l'action des vagues s'effectue le long de la côte, où la mer est peu profonde, et les fines parcelles qui en résultent sont immédiatement enlevées et emportées au loin.

» La teneur en calcaire décroît à mesure que le sable augmente de finesse, dans les petits fonds. Dans les grands fonds, elle est à peu près uniforme dans les sables gros, moyens et fins ; elle diminue ensuite dans les très fins et est minimum dans la vase. Mais plus la vase est profonde, plus elle est riche en calcaire.

» En s'en tenant aux échantillons analysés, la proportion totale de calcaire croît avec la profondeur ; il est probable que cette augmentation n'est qu'apparente et que la répartition du calcaire tient à d'autres causes. Quoi qu'il en soit, les chiffres trouvés s'accordent mal avec l'hypothèse si souvent formulée d'une disparition du calcaire à partir d'une certaine profondeur.

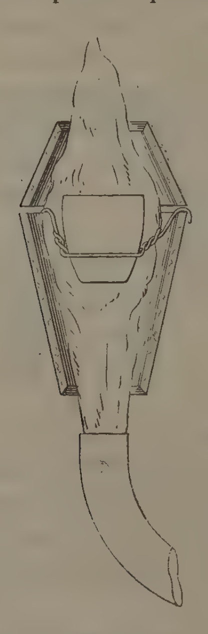
» Dans certains cas assez rares, il semble que les grains minéraux soient enveloppés par du calcaire, de telle sorte que le degré de finesse des grains d'un dépôt augmente après qu'on a traité celui-ci par un acide.

La proportion de calcaire contenue dans un échantillon n'ayant de rela-

tion ni avec la profondeur ni, d'une manière générale, avec la distance à la terre, il en résulte que ce calcaire n'est point d'origine détritique, mais chimique et surtout organique. La constitution du sol sous-marin est donc en relation avec les phénomènes superficiels. On se trouve ainsi amené à constater que, pour l'hydrosphère, de même que pour la lithosphère et l'atmosphère, la zone de variabilité et d'activité est restreinte à une calotte d'épaisseur plus ou moins grande, selon les localités, quoique relativement faible et comprenant la surface entière du sphéroïde terrestre. Au delà d'une certaine limite, les variations de tout genre s'atténuent de plus en plus et finissent par s'anéantir, de sorte qu'un équilibre permanent s'établit. »

CHIMIE. — *Sur un petit four de laboratoire*. Note de M. **Albert Bruno**, présentée par M. Schlœsing.

« Quand on chauffe un creuset de laboratoire avec la flamme d'un bec Bunsen, on peut élever beaucoup la température atteinte, en entourant le



creuset d'une enveloppe peu conductrice. Divers dispositifs ont été employés dans ce but. Il est possible d'y arriver d'une manière extrêmement simple en faisant usage de deux cônes de tôle mince, juxtaposés par leurs grande

bases et renfermant le creuset dans l'espace qu'ils comprennent, si l'on a soin de revêtir intérieurement la tôle d'une épaisseur de carton d'amiante de quelques millimètres.

» L'appareil devient alors d'une simplicité telle qu'il est facile de le construire dans tout laboratoire.

» D'après les essais que j'ai faits, il a en outre l'avantage de fournir en quelques instants une température plus élevée que les enveloppes de terre réfractaire.

» En dix minutes, 10^{gr} de carbonate de chaux sont intégralement transformés en chaux vive, et cela sans le secours d'une soufflerie. »

M. **Th. Tommasina** adresse, par l'entremise de M. *Cornu,* un Travail intitulé : « Contribution à la théorie de la cohérence. »

D'après les résultats d'expériences faites avec des cohéreurs particuliers, l'auteur arrive à la conclusion suivante : « .... La cause de l'équilibre instable est donc l'intervention de particules polarisées d'oxyde, s'interposant entre les contacts métalliques et formant des points moins bons conducteurs sous l'action des ondes hertziennes. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 janvier 1901.

(*Suite.*)

Meteorological observations made at the Adelaide Observatory, and other places in South Australia and the Northern Territory during the year 1897, under the direction of Charles Todd. Adélaïde, 1900; 1 vol. pet. in-f°.

Publications of the Astronomical Laboratory at Groningen, edited by Prof. J.-C. Kapteyn; n°s 1, 2, 3. Groningue, 1900; 2 fasc. in-4°.

Nederlandsch kruidkundig Archief; 3 ser., deel II, st. 1. Nimègue, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin mensuel du Magnétisme terrestre de l'Observatoire royal de Belgique; Avril-Octobre 1900. Bruxelles, 1900; 8 fasc. in-18.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 JANVIER 1901.

Analyse infinitésimale à l'usage des Ingénieurs, par EUGÈNE ROUCHÉ, Membre de l'Institut, et LUCIEN LÉVY; t. I. *Calcul différentiel.* Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Cours de Botanique, par MM. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut, et LECLERC DU SABLON, *à l'usage des Élèves des Universités, des Écoles de Médecine et de Pharmacie, et des Écoles d'Agriculture;* t. I, fasc. 1. Paris, Paul Dupont, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Flore de France ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine, par G. ROUY et J. FOUCAUD (t. I-III), continuée : t. V, par G. ROUY, et t. VI, par G. ROUY et E.-G. CAMUS. Asnières-Paris, 1899-1900; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. BERGERON et E. VALLIN; n°s 1-3, 8-22 janvier 1901. Paris, Masson et Cie; 3 fasc. in-8°.

Annales des Maladies de l'Oreille, du Larynx, du Nez et du Pharynx, publiées par A. GOUGENHEIM et M. LERMOYEZ; t. XXVII, n° 1, janvier 1901. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société contre l'Abus du Tabac, 25e année, n° 1, janvier 1901. Paris; 1 fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut; t. XXVII, n° 1. Paris, Masson et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-lettres et Arts d'Orléans; 2e série, t. XXXVIII, n° 1. Orléans, G. Michau et Cie, 1900; 1 fasc. in-8°.

Société nationale d'Horticulture de France. Congrès d'Horticulture de 1901 *à Paris*. Paris, impr. L. Maretheux; 1 feuillet in-8°.

Correspondence. In the matter of the Society of Arts and Henry Wilde, D. Sc., F. R. S., on the award to him of the Albert Medal 1900, *and on the invention of the dynamo-electric machine.* Manchester, 1900; 1 fasc. petit in-8°. (Hommage du Dr Henry Wilde.)

Royal Institution of Great Britain. List of the Members Officers and Professors 1900. Londres, 1900; 1 fasc. in-8°.

Report of the Superintendent of the United States Naval Observatory for the fiscal year ending june 30, 1900. Washington. 1900; 1 fasc. in-8°.

Electrical Review; vol. XXXVIII, n° 2. *Historical Number,* january 12, 1901. New-York; 1 fasc. in-4°.

Publications of the Earthquake investigation Committe in foreing languages; n°s 3, 4. Tokyo, 1900; 2 fasc. in-8°.

Total solar Eclipse of 1900, *may* 28; *Preliminary Reports on the British Government expeditions.* (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society; appendix to vol. LX.) Londres, 1900; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Royal Institution of Great Britain; vol. XVI, part I, n° 93. Londres, 1900; 1 vol. in-8°.

The Journal of the Franklin Institute devoted to Science and the mechanic Arts; vol. CLI, n° 1, january 1901. Philadelphie; 1 fasc. in-8°.

The Astrological Magazine, edited. by B. Suryanarian Row; vol. V, n° 1, january 1901. Madras; 1 fasc. in-8°.

Bibliothèque Universelle. Archives des Sciences physiques et naturelles; 106e année, 4e période, t. XI, n° 1, 15 janvier 1901. Genève, Lausanne, Paris; 1 fasc. in-8°.

R. Universita Romana. Scuola d'applicazione per gl'Ingeneri: Programmi d'insegnamento pel quinquenno scolastico 1900-1901 *a* 1904-1905 (agosto, 1900). Rome, 1900; 1 fasc. in-8°.

Revue des Questions scientifiques, publiée par la Société scientifique de Bruxelles; 2e série, t. XIX, 20 janvier 1901. Louvain, 1901; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 février 1901.

Les Marines de guerre à l'Exposition universelle de 1900, par L.-E. Bertin. Paris, E. Bernard et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'Auteur.)

Stabilité d'un paquebot après un abordage en mer, dispositions propres à prévenir le chavirement, par M. Bertin. Paris, impr. Gauthier-Villars, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Disposition d'équilibre des navires sur la houle, par M. Bertin. (Extr. du *Bull. de l'Association technique maritime,* n° 8; session de 1897.) Paris, impr. Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Traité sur le Phylloxera, ses causes et son remède, etc., par A. Goyat. Charolles, P. Ponçon, 1887, et Mâcon, impr. Romand, 1891; 2 fasc. in-12.

Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France. publiée sous la direction de M. Ernest Olivier; 14e année, n° 157, janvier 1901. Moulins, impr. Étienne Auclaire, 1901; 1 fasc. in-12.

Hardened plates and broken projectiles, by M. L.-E. BERTIN; read at the International Congress of Naval Architects and Marine Engineers, at the Imperial Institute, july 6, 1897. Londres, 1897; 1 fasc. petit in-4°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, herausgeg. v. Director H.-C. VOGEL. *Photographische Himmelskarte*, Bd II. Potsdam, 1901; 1 fasc. in-4°.

Duty of water in the Gallatin Valley, by SAMUEL FORTIER. (Reprinted from U. S. Department of Agriculture, Office of Experiment Stations, Bull. 86 : The use water irrigation.) S. l. n. d.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie Royale des Sciences de Suède, exécutées et rédigées sous la direction de l'Institut Central de Météorologie, vol. 37; 2e série, vol. 23. 1895, Stockholm, 1900; 1 fasc. in-4°.

Atti della Reale Accademia dei Lincei, anno CCXCIII, 1901; série V. *Rendiconti : Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali;* vol. X, fasc. 1, 1er semestre. Rome, 1901. 1 fasc. in-8°. (*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 14 janvier 1901.)

Page 97, ligne 9, *au lieu de* M. A. BREYDE, *lisez* M. A. BREYDEL.